

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA



"INCREMENTO EN LA PRODUCCION DE BALSAMO DE
EL SALVADOR POR PROCESAMIENTO ETANOLICO"

TRABAJO DE GRADUACION
PRESENTADO POR

MARTA DOLORES AYALA MEJIA

PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN QUIMICA



JULIO 1983

T
633.883163
A973i



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : Dr. Miguel Angel Parada

SECRETARIO GENERAL : Lic. Ricardo Ernesto Calderón

FACULTAD DE QUIMICA Y FARMACIA

DECANO : Dra. Amelia de Rodríguez

SECRETARIO : Dr. Raúl Mauricio Hernández

ASESORES

DOCTORA Lilian Navarrete Azurdia

INGENIERO Pablo Hernández Panameño

JURADO EXAMINADOR

DOCTOR Carlos Luis Flores

DOCTOR Luis Mario Samayoa A.

INGENIERO José Gerardo Merino M.

TRABAJO QUE DEDICO:

- A Dios Omnipotente

- A mis Padres: José Cecilio (Q.D.D.G.)
Albertina V. de Ayala

- A mis hermanos:
 - María de los Angeles
 - José Francisco
 - María Cristina
 - Pedro Antonio y
 - José Nelson.

- A mis sobrinos.

- A mis Maestros

- A familiares y Amigos

AGRADECIMIENTO

Al llegar al término de los estudios que fueron necesarios para obtener la Licenciatura en Química, quiero agradecer sinceramente:

- Al Centro Universitario de Occidente y a la Universidad Nacional de El Salvador, por recibirme y haber formado en mí, - las bases necesarias, que me servirán para desenvolverme en el Campo Profesional.
- Al Personal del Departamento de Química del Centro Universitario de Occidente por haberme guiado y brindado apoyo, hasta el final de mis estudios.
- Al Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de El Salvador, por la colaboración brindada.
- A la Doctora Lilian Navarrete y al Ingeniero Pablo Hernández Panameño, por su acertada asesoría,
- Al tribunal examinador, por su intervención en este trabajo.

- Un agradecimiento muy especial a la persona que fue mi maestro y guía en la elaboración experimental de este trabajo, y quien me proporcionara el tema, asesorándome en la parte práctica y teórica, hasta que por motivos personales salió del país y no fue posible aparecer en el presente trabajo como asesor; al Licenciado M. Sc. José Eduardo Campos Reales.

C O N T E N I D O

	Pág.
I RESUMEN	1
II INTRODUCCION	3
III OBJETIVOS	5
IV REVISION BIBLIOGRAFICA	6
1.Recolección de bálsamo y su descripción botánica	
2.Composición química del bálsamo	
2.1 Análisis preliminares	8
2.2 Aceites volátiles extraídos por arrastre de vapor.	9
2.3 Determinación de resinas, ácidos libres y cinameína.	12
2.4 Densidades	14
2.5 Número de Saponificación	14
2.6 Número de Bromo	14
3.Detección de adulterantes.	15
4.Alcohólisis del bálsamo	17
5.Consideraciones sobre índices de pureza	19
6.Solubilidad y decoloración	20
7.Medición del Índice de insaturación	21
8.Posibles sustitutos del bálsamo	23
9.Componentes principales y estructuras identificadas.	24
10.Tecnología de producción	25

	Pág.
10.1 Técnicas actuales de extracción	25
10.2 Producción comercial	26
V MATERIALES Y METODOS	29
1. Materiales	29
2. Metodología	
2.1 Análisis de agua de desechos	29
2,2 Extracción etanólica del bálsamo contenido en el estoraque.	29
2.3 Purificación del bálsamo de trapo y cáscara con diferentes solventes.	32
2.4 Proceso de extracción y cuantificación de <u>ci</u> nameína de los diferentes bálsamos	32
2.5 Análisis de las propiedades físicas y quími- cas de los diferentes bálsamos	34
2.6 Diseño preliminar de la planta piloto, para extracción y purificación de bálsamo por pro- cesamiento etanólico.	34
VI RESULTADOS Y DISCUSION	42
VII CONCLUSIONES	52
VIII RECOMENDACIONES	53
IX BIBLIOGRAFIA	54
X ANEXOS	58

LISTA DE CUADROS

- CUADRO 1: Porcentaje de Bálsamo Recuperado
- CUADRO 2: Pruebas de Ignición
- CUADRO 3: Purificación del Bálsamo
- CUADRO 4: Porcentaje de Cinameína en Bálsamos
- CUADRO 5: Pruebas Organolépticas
- CUADRO 6: Propiedades Químicas
- CUADRO 7: Pruebas de Solubilidad
- CUADRO 8: Densidad
- CUADRO 9: Índice de Refracción
- CUADRO 10: Viscosidad

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1: Diagrama de bloques del proceso para la extracción y purificación del bálsamo.
- FIGURA 2: Flujograma del proceso para la extracción y purificación del bálsamo.
- FIGURA 3: Distribución de la Planta.

I RESUMEN

El presente trabajo está destinado a buscar la forma de incrementar la producción de bálsamo de El Salvador, cambiando el sistema tradicional, por procesamiento etanólico, con el objeto - de evitar las pérdidas actuales. Al evaluarlas se encontró que con el método de extracción y purificación tradicional, solamente en los subproductos de este proceso, se pierde un 25%.

Para evitar o minimizar esta pérdida y mejorar el proceso, se buscó un solvente adecuado que fuese producido en el país, y por lo tanto, fácil de adquirir a un bajo costo, como también que sus propiedades químicas, fuesen adecuadas a los objetivos buscados. En base a lo anterior y a pruebas de solubilidad y purificación, se seleccionó el etanol industrial para extraer y purificar el bálsamo contenido en los pañales y en el estoraque.

Luego se llevó a cabo una caracterización física, química y organoléptica, para determinar la calidad del bálsamo extraído y purificado con etanol industrial y el obtenido por el método actual, encontrando que, tanto uno como el otro, cumplen los requisitos para ser considerados de óptima calidad.

Como la calidad del bálsamo está determinada, principalmente por su contenido de cinameína, se cuantificó el porcentaje de cinameína, del bálsamo procesado con etanol y el procesado por --
vía acuosa, reportando un valor de 46.5%, para el primero y un --

42.1%, para el segundo.

En base a los resultados anteriores, se procedió a elaborar el diseño preliminar de una planta piloto, en la cual, - se emplea el nuevo método de extracción y purificación de bálsamo de El Salvador, con etanol industrial.

II INTRODUCCION

La explotación comercial del bálsamo de El Salvador, data desde la época precolonial y su utilidad era tanto de carácter religioso como medicinal.

Por sus propiedades curativas y sus cualidades como fijador de perfumes, han convertido al bálsamo en una materia prima muy importante para la industria farmacéutica y cosmética -- mundial, alcanzando precios que justifican su explotación y exportación. La cantidad de divisas que genera para nuestro -- país son considerables, más, a pesar de ésto, no ha recibido -- hasta este momento la atención que merece, esto probablemente se deba a que el árbol del bálsamo necesita condiciones ecológicas especiales para desarrollarse, tan es así que la mayor -- parte del bálsamo cultivado se encuentra en la Costa Salvadoreña; y nuestro país, como sucede con todos los países en vías de desarrollo, no efectúa su propia tecnología, sino que simplemente la importan de países industrialmente desarrollados. Ya que estos no cuentan con esta clase de cultivos, no han desarrollado técnicas que puedan ser adaptadas a nuestro país. Esto es -- muy notorio en esta industria, la cual no ha variado su proceso de extracción en muchísimo tiempo, a tal grado que usa como solvente extractor, el agua, que por sus propiedades, no es el solvente más adecuado para resinas, y por esa razón el rendimiento de este proceso es bajo y las pérdidas son altas; este traba-

jo pretende contribuir a la economía nacional, presentando un diseño preliminar de un nuevo método de extracción y purificación en el que se usará un solvente adecuado (EtOH industrial) de bajo costo y de fabricación nacional. Con este método se evitarán las pérdidas por una deficiente extracción y se obtendrá un producto de mejor calidad.

Creemos que las sugerencias presentadas en este trabajo, servirán de base para mejor aprovechamiento de este recurso y al mismo tiempo podría ser utilizado como referencia para la planificación de otro trabajo de investigación que perfeccionen esta técnica.

III OBJETIVOS

El objetivo general del presente estudio es el de aumentar el rendimiento en la producción de bálsamo de El Salvador, mediante el diseño de un nuevo método de extracción y purificación, en el que se utilice un solvente orgánico adecuado (etanol industrial), en lugar de agua, que es el que se utiliza actualmente.

Los objetivos específicos son:

- Procesar por vía acuosa y etanólica, las muestras recolectadas en la costa balsamera de El Salvador (bálsamo de trapo, de cáscara y estoraque), cuantificar rendimientos y evaluar la calidad de los bálsamos obtenidos.
- Determinar las propiedades físicas, químicas y organolépticas de los diferentes bálsamos.
- Analizar y comparar el esquema de purificación del bálsamo tradicional con el diseño preliminar de una planta piloto, para la obtención del bálsamo por procesamiento etanólico.

IV REVISION BIBLIOGRAFICA

Los trabajos realizados en El Salvador, referente a Bálsamos (39, 26, 28, 7) son escasos, y enfocados en su mayoría a - descripciones botánicas y a estudios sobre propiedades medicinales; hasta la fecha, no se han efectuado trabajos sobre tecnologías, que presenten soluciones prácticas para mejorar el proceso de extracción y purificación de la resina.

A su vez, se encuentra amplia literatura extranjera (Chemical - Abstract) referente a la composición física y química del bálsamo, como también a los métodos para determinar estas propiedades, a continuación se presenta un resumen de la información recolectada:

1.- Recolección de Bálsamo y su Descripción Botánica.

La recolección de Bálsamo en nuestro territorio, se viene realizando desde tiempos Pre-coloniales, cuando en el Señorío de Cuzcatlán el Bálsamo era recolectado por la población Indígena con finalidad de uso en ceremonias de carácter religioso, y también medicinal.

La explotación comercial es iniciada por los colonizadores Españoles, quienes al enviarlo al Viejo Continente, a través del Puerto de Callao en Perú, encubrían su origen real, empezando a conocerse por sus propiedades curativas frente a un sinnúmero de enfermedades, como proveniente de América del Sur nombrándolo erróneamente "Bálsamo del Perú". Existe infinidad de

nombres científicos (18), para la clasificación del árbol de Bálsamo que crece en la Zona Costera de El Salvador (9, 3) -- comprendida entre los Puertos de Acajutla y La Libertad, entre 300 y 700 metros sobre el nivel del mar, ubicada en los Departamentos de Sonsonate y La Libertad. El nombre científico históricamente adecuado para esta especie, es el propuesto por Méndez y Guzmán (19) "Myroxilon salvatoriense". La descripción del árbol es reportada por el mismo autor como: de tronco cilíndrico 25 - 30 metros de altura, de hermoso ramaje, corteza espesa, áspera, oscura, que es donde se deposita el Bálsamo, hojas pequeñas, lanceoladas, simples, lustrosas, alternas, color verde oscuro, de corto pecíolo, compuestas de 10 - 12 hojuelas, de flores blancas, pequeñas, de cáliz de 5 pétalos sentados. Estas flores forman panojas terminales en los árboles, - con fruto de vaina, amarillo ocre, con dos aletas laterales, indehiscentes; de semilla única reniforme, aromática, blanca, envuelta en dos capas perispérmicas, coriáceas.

2.- Composición Química del Bálsamo.

Jumelle (22) describe los métodos de producción del Bálsamo del Perú, extraído del Myroxilon pereire; creyendo que trabaja con una especie diferente, habla del Myroxilon sonsonatense, reporta los resultados de los análisis del Bálsamo obtenidos del fruto, del aceite extraído de sus semillas, y del pericarpio del

IV REVISION BIBLIOGRAFICA

Los trabajos realizados en El Salvador, referente a Bálsamos (39, 26, 28, 7) son escasos, y enfocados en su mayoría a descripciones botánicas y a estudios sobre propiedades medicinales; hasta la fecha, no se han efectuado trabajos sobre tecnologías, que presenten soluciones prácticas para mejorar el proceso de extracción y purificación de la resina.

A su vez, se encuentra amplia literatura extranjera (Chemical Abstract) referente a la composición física y química del bálsamo, como también a los métodos para determinar estas propiedades, a continuación se presenta un resumen de la información recolectada:

1.- Recolección de Bálsamo y su Descripción Botánica.

La recolección de Bálsamo en nuestro territorio, se viene realizando desde tiempos Pre-coloniales, cuando en el Señorío de Cuzcatlán el Bálsamo era recolectado por la población Indígena con finalidad de uso en ceremonias de carácter religioso, y también medicinal.

La explotación comercial es iniciada por los colonizadores Españoles, quienes al enviarlo al Viejo Continente, a través del Puerto de Callao en Perú, encubrían su origen real, empezando a conocerse por sus propiedades curativas frente a un sinnúmero de enfermedades, como proveniente de América del Sur nombrándolo erróneamente "Bálsamo del Perú". Existe infinidad de

nombres científicos (18), para la clasificación del árbol de Bálsamo que crece en la Zona Costera de El Salvador (9, 3) -- comprendida entre los Puertos de Acajutla y La Libertad, entre 300 y 700 metros sobre el nivel del mar, ubicada en los Departamentos de Sonsonate y La Libertad. El nombre científico históricamente adecuado para esta especie, es el propuesto por Méndez y Guzmán (19) "Myroxilon salvatoriense". La descripción del árbol es reportada por el mismo autor como: de tronco cilíndrico 25 - 30 metros de altura, de hermoso ramaje, corteza espesa, áspera, oscura, que es donde se deposita el Bálsamo, hojas pequeñas, lanceoladas, simples, lustrosas, alternas, color verde oscuro, de corto pecíolo, compuestas de 10 - 12 hojuelas, de flores blancas, pequeñas, de cáliz de 5 pétalos sentados. Estas flores forman panojas terminales en los árboles, - con fruto de vaina, amarillo ocre, con dos aletas laterales, indehiscentes; de semilla única reniforme, aromática, blanca, envuelta en dos capas perispérmicas, coriáceas.

2.- Composición Química del Bálsamo.

Jumelle (22) describe los métodos de producción del Bálsamo del Perú, extraído del Myroxilon pereire; creyendo que trabaja con una especie diferente, habla del Myroxilon sonsonatense, reporta los resultados de los análisis del Bálsamo obtenidos del fruto, del aceite extraído de sus semillas, y del pericarpio del

fruto del Bálsamo; los cuales se mencionan a continuación:

2.1 Análisis Preliminares

Análisis del Bálsamo obtenido del fruto (Balsamito)

	%
Oleoresina	67.68
Cera	14.83
Resina Acida	11.93
Cumarina	0.39
Tanino	0.40
Glucosa	0.13
H ₂ O y otros inde- terminados.	4.64
 Aceite de las Semillas	 %
Aceite	37.32
Resina neutra	0.35
Cumarina	4.93
Glucosa	6.33
(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n Almidón	9.28
Goma	2.93
Dextrinas	0.24
Celulosa y materia lígnea	25.62

Análisis del Pericarpio del Fruto del Bálsamo

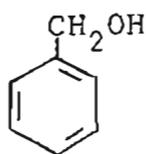
	%
Oleoresina	18.04
Cera	0.83
Acidez	0.01
Resina Acida	4.03
Cumarina	0.15
Glucosa	0.84
Colorante amarillo	0.02
Goma	6.96
Dextrinas	2.22
Lignocelulosa	53.02
Ceniza	3.75
H ₂ O	10.12

Sobre la composición química del Bálsamo de El Salvador exudado por el árbol, encontramos reportados una discusión de los métodos utilizados por diferentes Farmacopeas a principios del siglo (2), notándose diferencias y dificultades en la presentación uniforme de resultados al realizar pruebas químicas evaluativas.

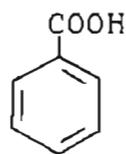
2.2 Aceites volátiles extraídos por Arrastre de Vapor.

Al tratar una muestra de 5 litros de Bálsamo de El Salvador a destilación por arrastre de vapor (11), se obtienen 300

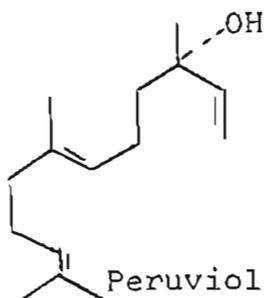
gramos (al 5%) de una capa aceitosa de color amarillo con las características odoríficas del Bálsamo puro, con los siguientes índices: No. de Acidez 13.80, No. de saponificación ---- 233.48, No. de yodo 44.08; densidad $d = 1.0869$ gr/cc. Entre los productos de la hidrólisis alcalina de este aceite se identificaron los siguientes compuestos:



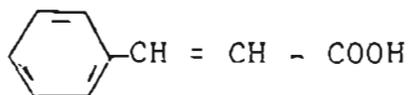
Alcohol Bencílico



Acido Benzoico



Peruvicol



Acido Cinámico

ANÁLISIS QUÍMICO DE BALSAMO DE EL SALVADOR (LLAMADO DEL PERU)

ANÁLISIS	BALSAMO	CINAMEINA	ACEITE POR ARRASTRE H ₂ O	100°C
No. Bromo	-	-	-	-
No. Yodo	20,90 - 21,49	17,40 - 17,63	44,08	
No. Acidez	73,8	-	13,80	
No. Saponificación	249,58 - 253,19	237,19	233,48	
Densidad				1,0869
Materia Insoluble en éter(%)	2,59 - 5,58			
Cinameína (%)	62,07 - 62,71			
Esteres resínicos (%)	15,47 - 17,98			

Destilados obtenidos de forma similar de Bálsamos Artificiales originan aceites sin este olor característico.

Por otro lado, el análisis químico de una muestra de Bálsamo con 50 años de almacenamiento (12), posee los valores indicados en la Tabla 1.

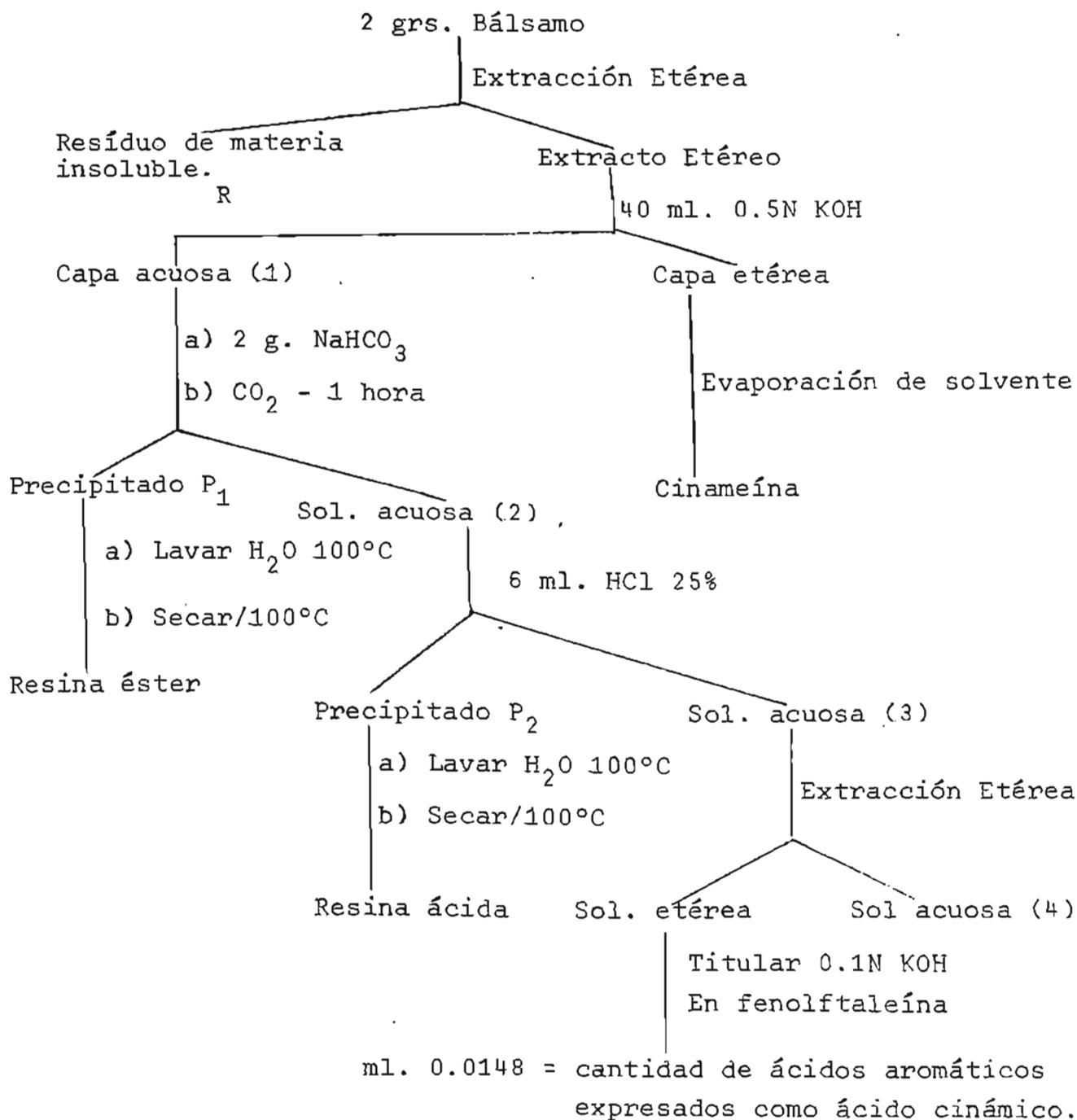
Para cuantificar el porcentaje de Cinameína en Bálsamos (32) encontramos que: dos gramos de Bálsamo son tratados con 20 ml. de éter, con una solución de NaOH, se colocan en un embudo de separación, se agita, se separa la capa etérea la que por evaporación del solvente origina la cinameína.

2.3 Determinación de Resinas, Acidos Libres y Cinameína

La determinación global de los diferentes componentes del Bálsamo efectuada por Delphin (10), se resume en el esquema (1), mostrado a continuación.

E S Q U E M A 1

DETERMINACION DE RESINAS, ACIDOS LIBRES Y CINAMEINA EN BALSAMO



2.4 Densidades

Dado que la cinameína presenta un valor de densidad -- $d = 1.100$ gr/cc., aquellos Bálsamos que presentan valores bajos en la densidad irán acompañados de alto contenido de cinameína, notándose que cuando la densidad de los Bálsamos se encuentran próximos al valor $d = 1.140$ gr/cc., se cuenta con muestras puras, aunque en forma ocasional puedan encontrarse valores tan bajos como $d = 1.135$, lo que estaría condicionando mayor cantidad de cinameína.

2.5 Número de Saponificación:

El número de saponificación determinado por Wende (38) es efectuado por un método que consiste esencialmente en el tratamiento de una muestra de un gramo de Bálsamo, calentado a temperatura de ebullición del agua, con 20 ml. de solución alcohólica, 0.5 N KOH con la subsiguiente titulación con HCl 0.5 N - utilizando fenolftaleína como indicador.

2.6 Número de Bromo.

La determinación del número de Bromo (20) en 20 ml. de una solución clorofórmica de Bálsamo al 10%, introducidas en un aparato Weinhol's, bajo temperatura constante, es igual que el de una solución al 10% de Bálsamo de Tolú, siendo este valor de 17.0.

3. Detección de adulterantes.

Una muestra de Bálsamo analizada como aceite esencial - (30), reporta los resultados:

Densidad (15°)	1.158 gr/cc
Número de Saponificación.	23.7
Contenido de Cinameína (%)	62.4
Número de éster de Cinameína	251
Punto de congelación	+1,5 - 8°C

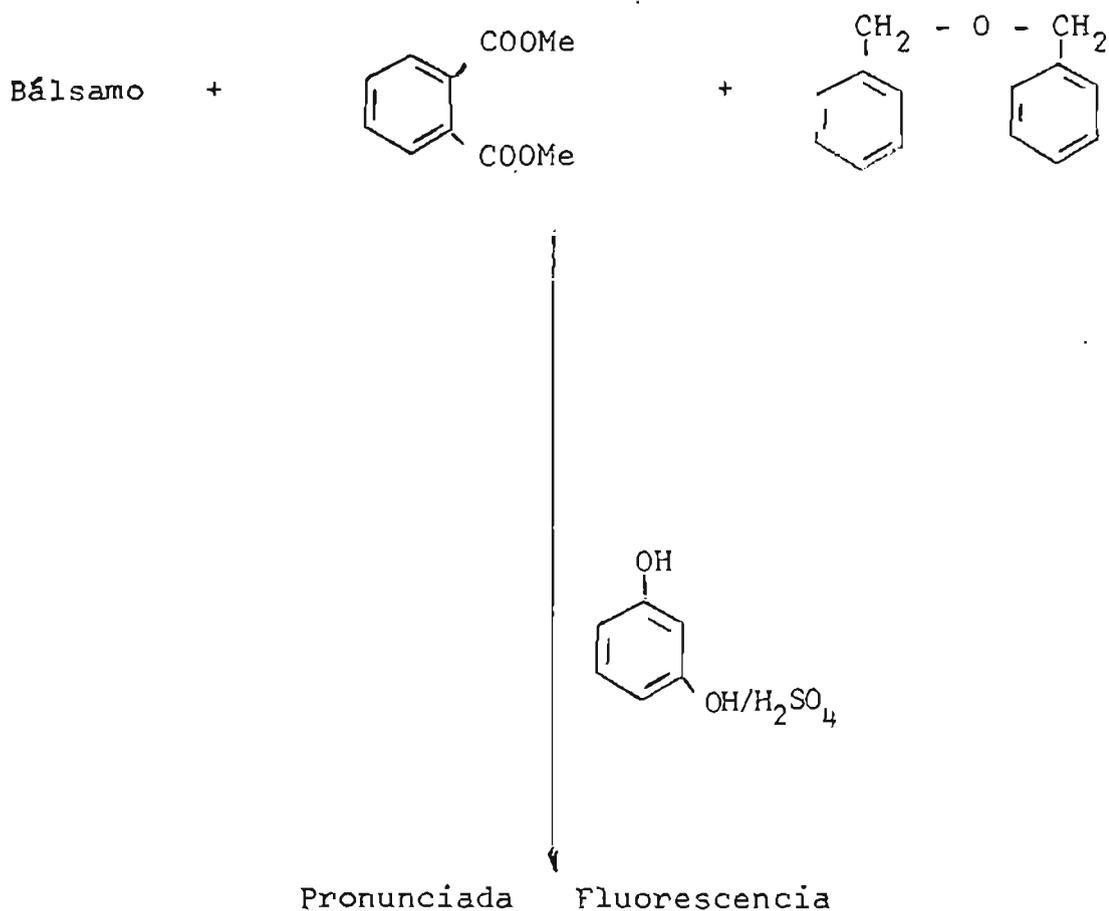
La cinameína está constituida en su mayor parte por Benzoato de Bencilo.

En el desarrollo de los estudios preliminares de las constantes físicas y químicas del Bálsamo del Perú, Merrill (27) establece que la utilización del Método de Hanus en la determinación del Número de Yodo no es satisfactorio, siendo además inadecuado como índice de pureza. Los métodos de adulteración del Bálsamo, son de lo más variado, oscilando desde la adición de la miel de panela hasta componentes químicos, tales como: éster dimetílico del ácido ftálico, eterdibencílico. Estos dos últimos originan una pronunciada fluorescencia (21) por adición de resorcinol en H_2SO_4 , cosa que no sucede con el Bálsamo puro.

La prueba de coloración de Dieterich (13) con H_2SO_4 , sirve también para distinguir Bálsamos genuinos de los adulterados, éstos últimos etiquetados comúnmente como "Bálsamos Sintéticos"

E S Q U E M A 2

DETECCION DE ADULTERANTES



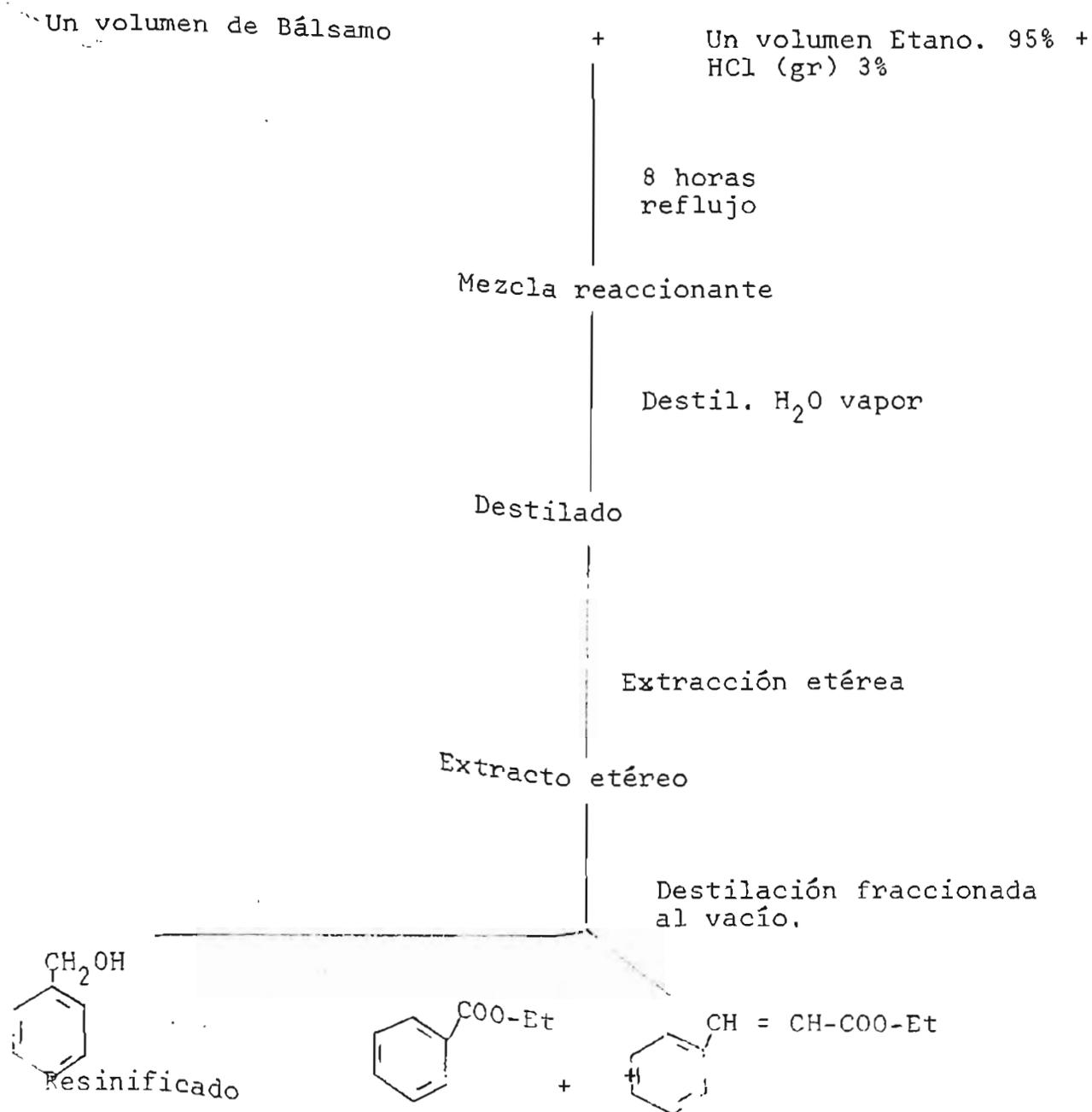
4. Alcohólisis del Bálsamo

La alcohólisis del Bálsamo (16) por reflujo durante 6 horas con una mezcla de Etanol 95% + 3% HCl gas convierte todo el ácido benzoico y cinámico libre y combinados a sus ésteres etílicos, por los que después de ser destilados por arrastre de vapor son separados por destilación fraccionada al vacío, quedándose en el residuo no volátil el alcohol bencílico en forma resinada.

Si se utiliza etanol saturado con HCl, se forma un poco de Clororuo de bencilo, que también destila.

E S Q U E M A 3

ALCOHOLISIS DEL BALSAMO



5. Consideraciones sobre índices de pureza.

Bennet (5), realizando ensayos con muestras provenientes de El Salvador, considera los números de saponificación y acidez de muy poca utilidad como índices de pureza del Bálsamo, - aunque sí de mayor importancia para la cinameína extraída.

Reporta la densidad de diferentes Bálsamos en los límites ---
 $d_{15} = 1.140 - 1.160$ g/cc y los índices de refracción entre --
 $n^{25} = 1.5750 - 1.5820$. Los ensayos colorimétricos U.S.P. son generalmente satisfactorios.

Goester (17), por su parte, afirma que las muestras de Bálsamo puras contienen pequeñas cantidades de ácidos libres, siendo el máximo de su presencia equivalente a la utilización de 0.75 ml de KOH 0.05N por gramo, cuando su extenuación se efectúa en éter de petróleo o bien en Etanol 40%.

Mayor concentración de Etanol origina de 3 - 5 veces mayor acidez, debido a la liberación de alcohol bencílico ó ácido cinámico por la descomposición de compuestos inestables.

Para la determinación del Número de Acidez del Bálsamo del Perú, se recomienda utilizar solución 0.1N de Bórax, en lugar de solución 0.1N NH_4OH ; una pequeña diferencia de resultados se - obtiene debido a las pérdidas, por evaporación de NH_3 (31).

Los límites de densidad para índices de refracción (n) en -- Bálsamo del Perú, reportados por Bennett (6), son:

$$d_{15} = 1.140 - 1.160 \text{ gr/cc}$$

$$n_{25} = 1.588 - 1.595$$

Para la cinameína de ellos extraída, cuyos contenidos varían entre 53.4 - 74%, los índices de refracción que presenta, oscilan entre los siguientes valores:

$$n_{25} = 1.575 - 1.582$$

Bálsamos sintéticos que usualmente son adulterados con Benzoato de Bencilo, poseen valores más bajos en los índices de refracción.

Los bálsamos estudiados, originan por dilución en alcohol, 90% soluciones claras, observándose sedimentación por reposo de un precipitado esponjoso que parece ser de naturaleza cérica.

6. Solubilidad y decoloración.

Tschirch y colaboradores al ensayar pruebas de solubilidad (33) con muestras, cuyas densidades a 15° oscilaban entre $d = 1.145 - 1.167 \text{ gr/cc}$, informan que un volumen de Etanol al 90% origina una mezcla clara que por adición de 7 volúmenes más de Etanol origina turbidez, que 3 gr. de Bálsamo/1 gr. de CS_2 de una mezcla clara, convirtiéndose en resina de color café, cuando se adicionan 9 gr. de CS_2 . Estos ensayos son útiles en la determinación del número de saponificación y acidez del Bálsamo en su estado crudo.

La decoloración o sea la purificación, de resinas y materiales céricos del Bálsamo del Perú (15), se logra por mezcla con solventes y tratamiento con no menos de 50% P/P de carbón absor--

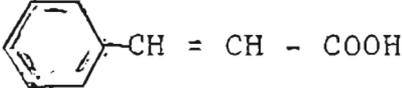
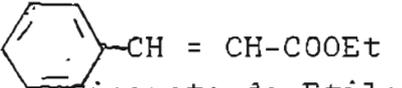
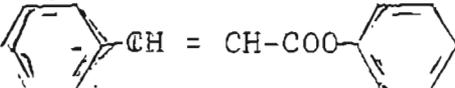
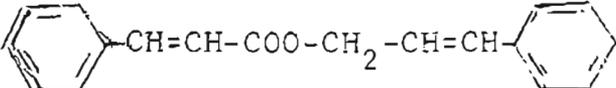
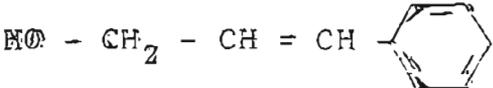
bente.

7. Medición del Índice de insaturación.

Evers (14), encontró un contenido de cinameína de 69.8% en una muestra de Bálsamo de 200 años de almacenamiento. La determinación del índice de insaturación de ácidos aromáticos insaturados, como el ácido cinámico, resulta inadecuado por el método de Hanus (35), debiendo utilizarse el método de -- Volmar y Sandahl (36), que si bien es más largo y de mayor -- cuidado, tiene la ventaja de ser exacto para todos los compuestos etilénicos y puede ser aplicada a los aceites esenciales. Lespagnol y Bruneel (23), demuestran en la medición del número de yodo, de derivados cinámicos, la fijación imperfecta del - yodo sobre el doble enlace del ácido cinámico y sus ésteres. En la tabla 2, presentada a continuación, se muestra la diferencia entre el valor experimental y el teórico.

T A B L A 2

NÚMERO DE YODO DE DERIVADOS CINÁMICOS

Ester	Valor Experimental	Valor Teórico
	27.7-29.4	171
1. Ácido cinámico		
	24.8-25	144
2. Cinamato de Etilo		
	4.5-6.7	106
3. Cinamato de Bencilo		
	83.3-87.0	184
4. Etiliracina		
	132-137	101
5. Alcohol cinámico		

Con excepción del alcohol cinámico, el número de yodo, no puede reportarse como índice del contenido de éster cinámico, en cualquier preparado que lo incluya mucho menos en el Bálamo del Perú, aunque la constante así encontrada pueda servir como ayuda para su caracterización.

El método de Volmar y Samdahl (37), utilizando la fijación del bromo sobre estos dobles enlaces, origina resultados más de acorde al valor teórico.

8. Posibles sustitutos del Bálamo.

Entre los posibles sustitutos del Bálamo del Perú, se ha propuesto una leguminosa (24), el bálamo de Capaiba-Jacaré (Eperua olífera), el cual exuda un producto balsámico, con las siguientes constantes:

Número de acidez	43.8
Número de saponificación	247.5
Densidad 15°C	1.352 gr/cc
Cinamato de Bencilo %	54.32
Benzoato de Bencilo %	15.18

Se diferencia de nuestro Bálamo, en la proporción de los componentes de la cinameína y en la naturaleza química de las sustancias resinosas que aún no han sido determinadas.

El complemento del déficit de benzoato de bencilo con productos

de síntesis, tropezaría con las dificultades reportadas por Postel (29), en su aplicación terapéutica: El Benzoato de Bencilo natural no produce irritación local en la piel inflamada o saludable de los seres humanos; con animales, no penetra la piel intacta, o bien lo hace en sólo pequeñas cantidades no tóxicas. El benzoato de bencilo sintético, es fácilmente absorbido a través de heridas superficiales y en cantidades suficientes puede originar severos disturbios centrales, narcosis y finalmente la muerte con parálisis del centro respiratorio.

En experimentos con animales, los límites de tolerancia fueron entre 0.5 - 1.0 gr/kg. para el producto sintético y 5 gr/kg., para el Bálsamo del Perú. La toxicidad del primero es entonces cerca de tres veces más, que su equivalente en Bálsamo de El Salvador.

Por ser el Myroxilon salvatoriense un laboratorio viviente y de producción de un amplio número de compuestos orgánicos, debe ser objeto de estudio aún más detallado en los laboratorios de la Universidad de El Salvador.

9. Componentes principales y estructuras identificadas.

Aunque se presenta en la Tabla No. 2, el listado de las estructuras identificadas, todos ellos pueden agruparse en tres partes principales.

	%
Cinameína	60
Componentes libres (alcoholes y ácidos)	23
Resina	15
Otros componentes aromáticos	2
100 partes de cinameína contienen	%
Benzoato de Bencilo	60
Cinamato de Bencilo	40

10.- Tecnología de Producción

10.1 Técnicas actuales de extracción:

La tecnología de producción sigue siendo primitiva, existiendo el criterio generalizado que por más que se ha tratado, ningún método de explotación supera al tradicional.

En la época seca (diciembre - mayo), cuando la temperatura alcanza su máximo, es la mejor época para la extracción del bálsamo, realizándose en las siguientes etapas:

- a- Utilización de técnicas de estímulo de flujo de la savia: golpear, quemar, abrir ventanas y sangrar.
- b- Expresión en prensa.

La técnica de la prensa (25), es un aparato primitivo que ha sufrido pocas variantes, desde el tiempo de la Colonia.

En una bolsa de malla tejida con 15 metros de cable de acero y 30 metros de lazo, se colocan los pañales impregnados en bálsamo, previamente hervidos en agua, para aflojar el bálsamo; luego se exprime y añade periódicamente agua hirviendo, recolectando estos lavados en peroles. Siendo la densidad del bálsamo 1.134 - 1.155 gr/cc, éste se deposita en el fondo, eliminando por decantación el agua sobrenadante. El bálsamo así obtenido se considera de primera calidad.

De forma similar se procesa las cáscaras de la corteza del bálsamo originando un bálsamo de segunda calidad.

10.2 Producción Comercial.

La cantidad de árboles sembrados en la Zona Costera de El Salvador, sobrepasa a cien mil unidades en doscientos ochenta mil hectáreas. Son veinte mil familias con ingreso promedio de ¢ 300.00 por mes (al precio de venta actual (1979) del bálsamo crudo, de ¢ 11.75 por libra), las que con sus técnicas y equipo primitivo se encargan de extraer y purificar la savia del árbol.

Los datos de exportación (4) de bálsamo expresados en kilogramos de producción, ingresos, precio por kilogramo, se presentan en la tabla 3 y los gráficos I y II.

T A B L A 3

ESTADISTICAS DE EXPORTACION DEL BALSAMO.

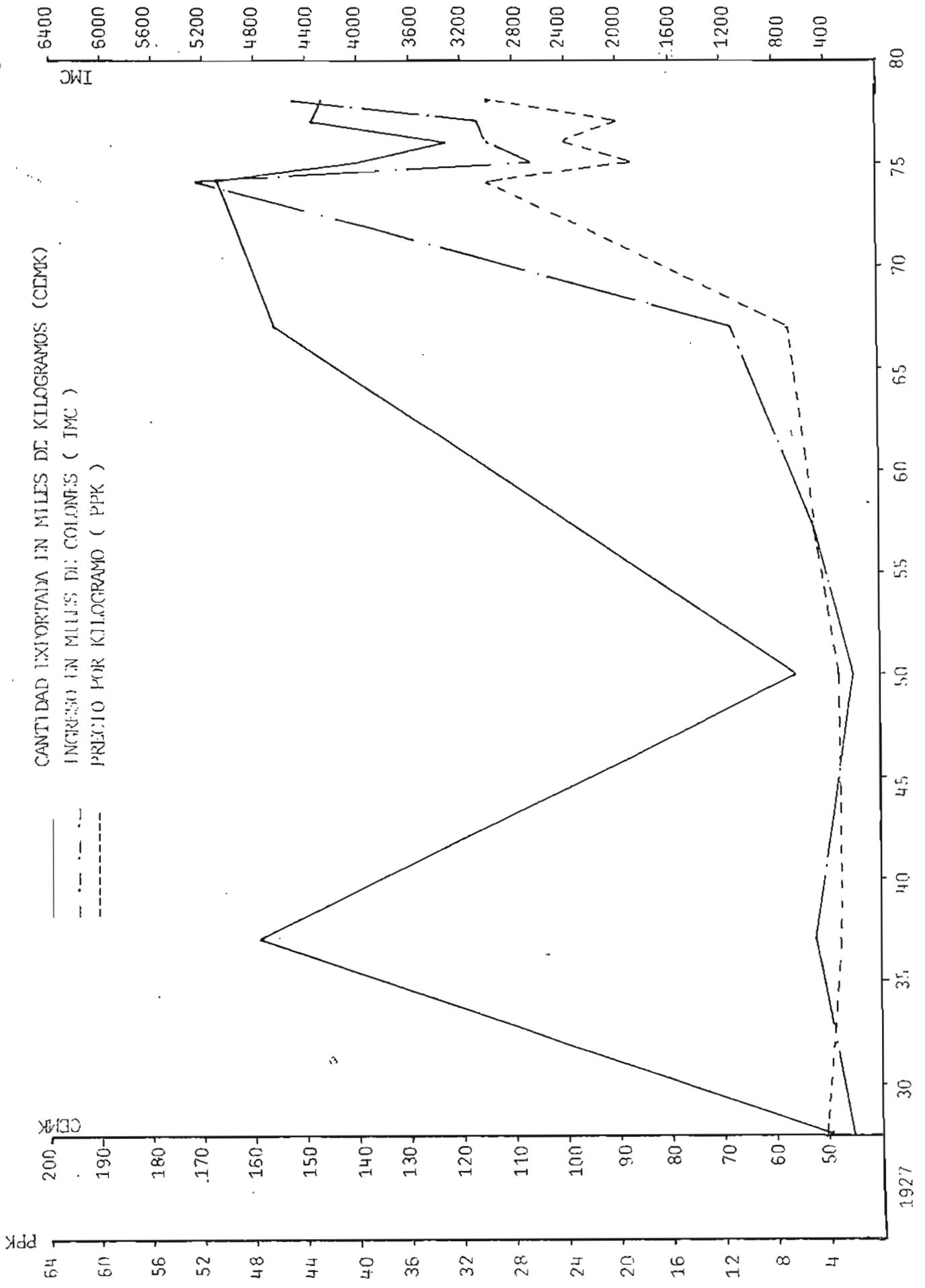
AÑO	CANTIDAD EN Kg.	IMPORTE EN ¢	PRECIO/Kg.
1927	47,000	232,000.00	4.70
1937	159,452	504,508.00	3.16
1950	56,000	207,000.00	3.70
1957	97,000	497,000.00	5.12
1967	156,000	1,152,000.00	7.38
1974	167,601	5,250,000.00	31.32
1975	140,363	2,683,836.00	19.12
1976	123,301	3,000,000.00	24.40
1977	149,098	3,000,786.00	20.20
1978	147,638	4,502,392.00	30.00
1979	33.10

De los datos anteriores, se observa tendencia al incremento de la producción, inestabilidad de los precios, falta de un mercado planificado, que van en detrimento del ingreso al producto nacional bruto (P.N.B.)

En los gráficos I y II, se plotea la cantidad exportada en miles de kilogramos (C.E.M.K.), ingreso en miles de colones (I.M.C.), precio por kilogramo (P.P.K.), de los últimos cinco años (74 - 79), observándose el precio más alto de venta en el año de 1979.

Se hace necesario la implementación de una política de protección gubernamental a la industria de producción del Bálsamo.

GRAFICO 1 : DATOS APROXIMADOS DE EXPORTACION DE BALSAMO



V MATERIALES Y METODOS

1. Materiales:

Los materiales con los que se llevó a cabo la parte experimental, fueron adquiridos en la Costa Balsamera de San Julián, Departamento de Sonsonate y constó de lo siguiente:

- a- Agua de desecho de lavados.
- b- Estoraque (cáscara del árbol)
- c- Bálsamo de cáscara crudo
- d- Bálsamo de trapo crudo
- e- Bálsamo purificado.

2. Metodología:

La metodología realizada se describe a continuación:

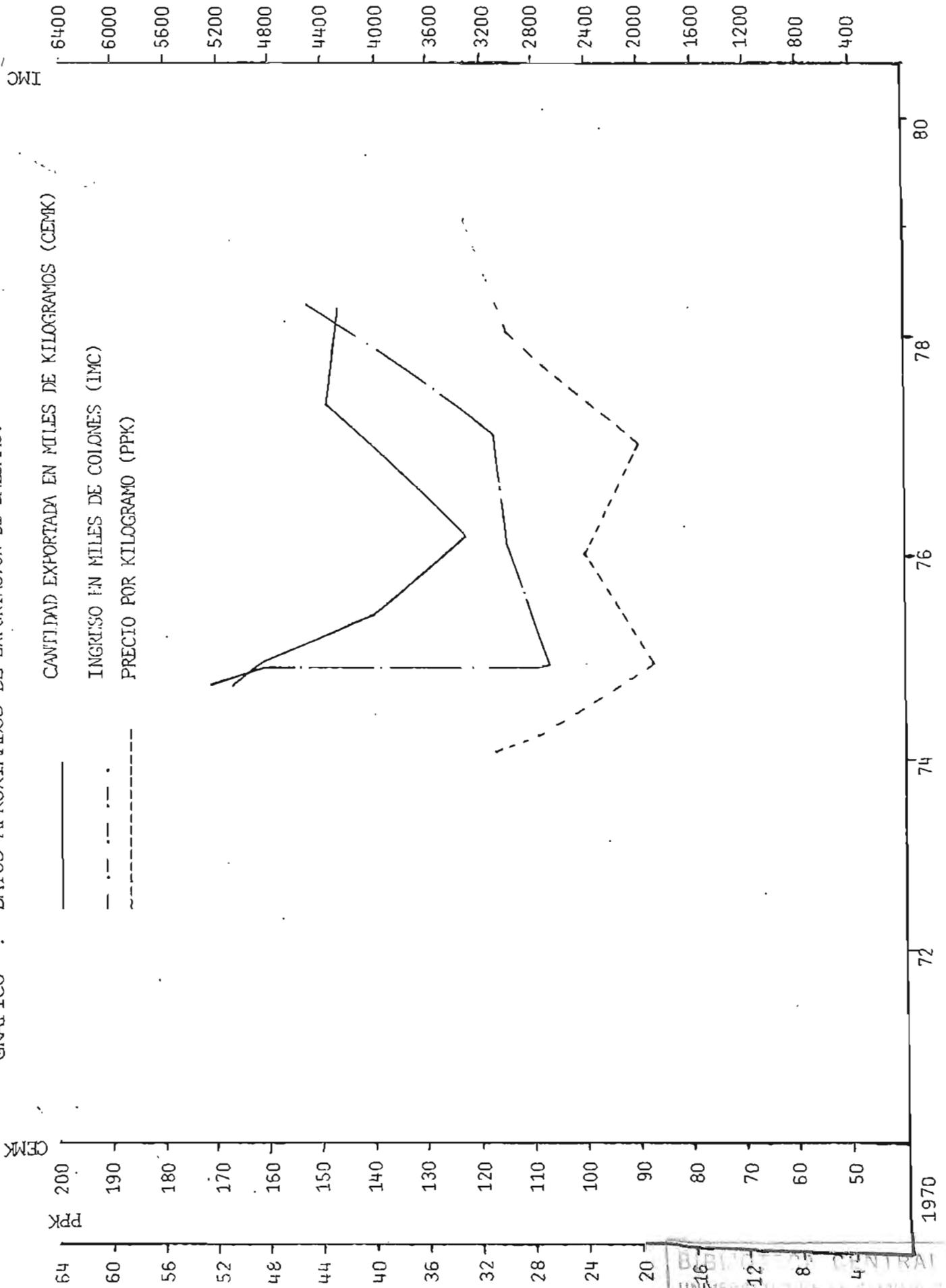
2.1 Agua de desecho de lavados.

Inicialmente se determinó el total de residuos contenidos en el agua que utilizan para purificar el bálsamo. Luego se procedió a obtener y cuantificar el bálsamo solubilizado en el agua después del proceso de purificación, eliminando las impurezas mediante una filtración, y seguido de una evaporación simple

2.2 Extracción etanólica del bálsamo contenido en el Estoraque.

El análisis de esta muestra se llevó a cabo por dos procedimientos diferentes:

GRAFICO : DATOS APROXIMADOS DE EXPORTACION DE BALSAMO.



V MATERIALES Y METODOS

1. Materiales:

Los materiales con los que se llevó a cabo la parte experimental, fueron adquiridos en la Costa Balsamera de San Julián, Departamento de Sonsonate y constó de lo siguiente:

- a- Agua de desecho de lavados.
- b- Estoraque (cáscara del árbol)
- c- Bálsamo de cáscara crudo
- d- Bálsamo de trapo crudo
- e- Bálsamo purificado.

2. Metodología:

La metodología realizada se describe a continuación:

2.1 Agua de desecho de lavados.

Inicialmente se determinó el total de residuos contenidos en el agua que utilizan para purificar el bálsamo. Luego se procedió a obtener y cuantificar el bálsamo solubilizado en el agua después del proceso de purificación, eliminando las impurezas mediante una filtración, y seguido de una evaporación simple

2.2 Extracción etanólica del bálsamo contenido en el Estoraque.

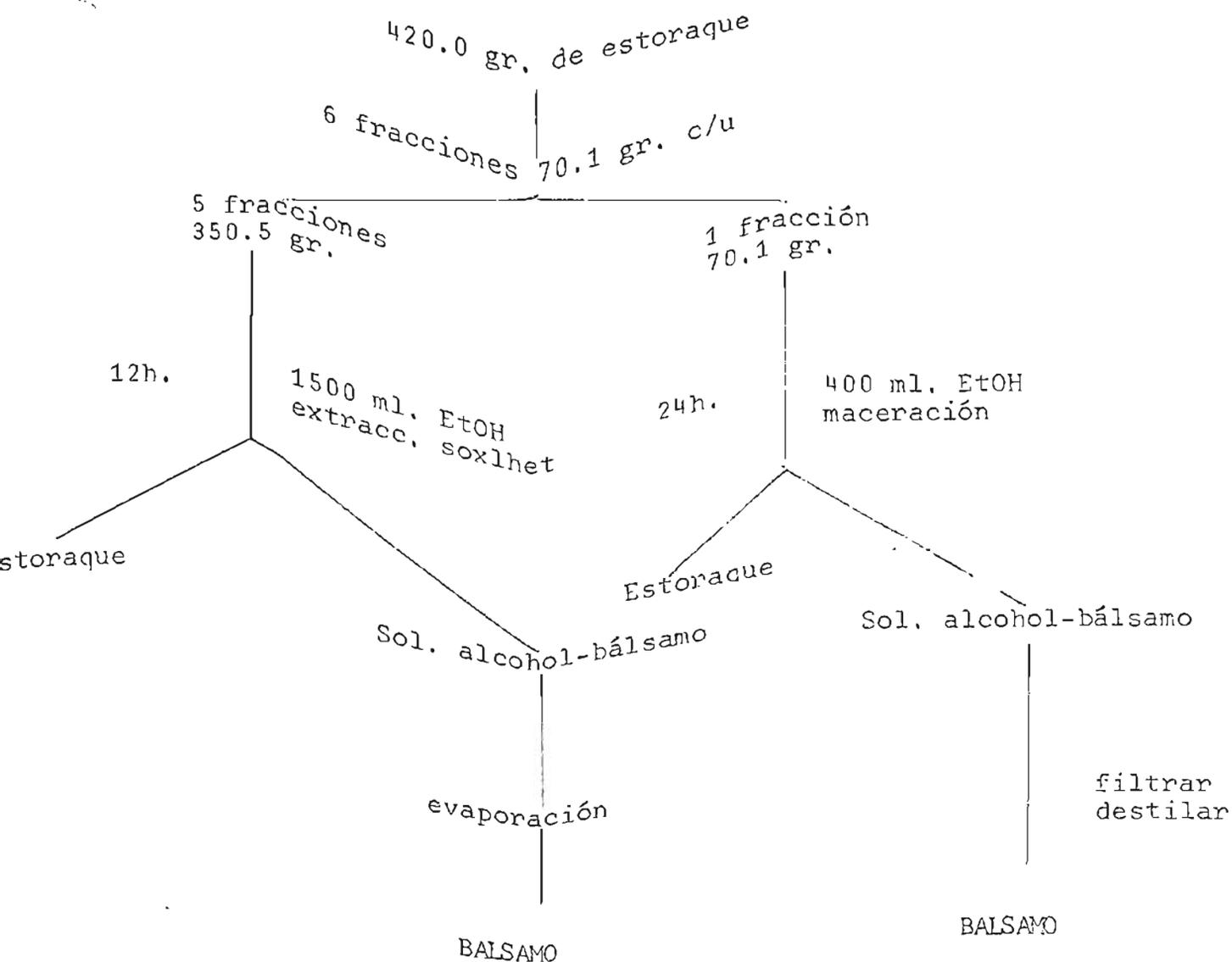
El análisis de esta muestra se llevó a cabo por dos procedimientos diferentes:

- a) Extracción por Soxhlet
- b) Extracción por maceración.

También se hicieron pruebas de ignición al estoraque, antes y después de la extracción etanólica.

En el diagrama No. 1, se ilustra el proceso para la obtención del bálsamo.

DIAGRAMA 1. Descripción experimental de la obtención de Bálamo.



La solución alcohol-bálsamo obtenida por extracción en el soxlhet se concentró en un rotavapor, mientras que la muestra en maceración, se filtró y se destiló.

2.3 Purificación del bálsamo de cáscara y trapo con diferentes solventes.

En base a las pruebas de solubilidad determinadas al bálsamo purificado, por el método tradicional, se seleccionaron los siguientes solventes:

- a) Alcohol etílico
- b) Acido acético
- c) Cloroformo

Se trabajó con 10 gr. de bálsamo adicionando 20 ml. de solvente, se agitó fuertemente hasta tener una solubilidad total, luego se filtró y se evaporó el solvente. Este procedimiento se siguió para los 3 solventes antes mencionados.

2.4 Proceso de extracción y cuantificación de cinameína en los diferentes bálsamos.

En el diagrama No. 2, se ilustra el procedimiento general del proceso de extracción y cuantificación de cinameína a nivel de laboratorio para los bálsamos siguientes:

- a) Bálsamo extraído del estoraque
- b) Bálsamo purificado
- c) Bálsamo de cáscara crudo
- d) Bálsamo de trapo crudo

DIAGRAMA 2. Extracción de cinameína para diferentes bálsamos

5 gr. de bálsamo + 10 ml. H_2O + 60 ml. éter

agitar fuertemente

Separar capas ————— Capa acuosa

adicionar 20 ml. NaOH al 5%

agitar y dejar en reposo (15 minutos)

Separar capas ————— Capa acuosa.

Capa etérea

Adicionar 20 ml. H_2O (reposar 10 minutos)Capa etérea + $CaCl_2$

Eliminar agua

Filtrar y evaporar (Baño María) ————— Cinameína

2.5 Análisis de las propiedades físicas y químicas de los diferentes bálsamos.

Los métodos de laboratorio que se utilizaron fueron los tradicionales para el tratamiento de resinas en productos naturales y las propiedades físicas y químicas evaluadas fueron: Pruebas de solubilidad, Densidad, Viscosidad, Índice de refracción, Índice de acidez, Número de yodo y Número de saponificación, usando la metodología recomendada por la A.O.A.C. (1).

2.6 Diseño Preliminar de la planta piloto para la extracción y purificación de bálsamo por procesamiento etanólico (6).

Para llevar a cabo el diseño tecnológico de la planta piloto para la producción de bálsamo por procesamiento etanólico, se solicitó la colaboración al Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Nacional de El Salvador, la que fue aceptada e incluida en la asignatura "Aprovechamiento Industrial de Recursos Naturales".

Tomando en cuenta que el proyecto fue elaborado dentro de los límites que presenta una asignatura y que no se contó con todos los datos de laboratorio requeridos, debido al -

escaso tiempo disponible, se considera que el desarrollo del trabajo y la descripción del equipo, como también sus conclusiones y recomendaciones nos brindan un buen criterio para el proceso que se establece en el trabajo.

La siguiente información es un resumen del diseño preliminar a nivel planta piloto del sistema de extracción y purificación de bálsamo por procesamiento etanólico:

Datos sobre Materia Prima

La zona de bálsamo, cultivada en El Salvador, es de 280,000 hectáreas y está comprendida entre los Puertos de Acajutla y La Libertad. En esta área existen 100,000 árboles de bálsamo, de los cuales 60,000 están en condiciones adecuadas para la extracción de la resina.

La producción anual de bálsamo por cada árbol, es de 25 lb y el precio de explotación para el año 1979 era ¢ 33.10 por kg.

Descripción del Producto

Se requiere que el producto al final del proceso sea bálsamo puro, con un alto contenido de cinameína, y que su valor de densidad oscile entre 1.14 - 1.16 gr/cc y que su índice de refracción reporte un valor de 1.588 - 1.595

Este producto deberá cumplir las especificaciones anteriores para que sea comercialmente aceptable en el mercado nacional y extranjero.

Control de Calidad

El control de calidad se llevará a cabo en la planta y por el Departamento Nacional de Control de Calidad correspondiente a esta clase de recursos naturales.

En la planta se evaluarán:

- a) Índice de refracción
- b) Densidad
- c) Viscosidad
- d) Porcentaje de cinameína.

Descripción del Proceso:

En las figuras 1 y 2, se ilustran el diagrama de bloques y un flujograma del proceso para la extracción y purificación del bálsamo. Consta básicamente de las siguientes operaciones: molido de material, pesada del material, extracción líquida-sólida con etanol, separación de impurezas sólidas, separación y recuperación del solvente y envasado del producto final. Con este proceso se pretende disminuir las pérdidas de bálsamo entre 30-40% con respecto al método actual de purificación y obtener como producto un bálsamo de calidad comercial que se caracterice por su alto contenido de cinameína.

Molido de Material:

Tiene como objetivo incrementar la superficie de contacto entre la materia prima y el solvente. Se contará con un molino

de cuchillas para reducir de tamaño la corteza.

Pesada del Material:

La materia prima se pesará para estandarizar las cargas que se usarán en el proceso de extracción.

Extracción líquido-sólido con etanol.

Para la extracción del bálsamo se seleccionó el etanol industrial como solvente extractor en base a las pruebas de solubilidad y a los datos de purificación del bálsamo con 3 solventes diferentes: este solvente es completamente miscible con el bálsamo y presenta facilidad para su separación, debido a su bajo punto de ebullición con respecto al de los componentes del bálsamo. En la extracción se empleará una torre de percolación que sea hermética para evitar pérdidas de solvente por volatilización. La torre de percolación será un recipiente cilíndrico y tendrá en su interior una estructura que sostenga varias canastas en las que se distribuya la materia prima. Se ha diseñado de esta forma para que exista mayor área de contacto entre la fase sólida y la líquida, también para evitar una excesiva caída de presión y para trabajar con mayor cantidad de materia prima.

El proceso será tipo batch y la miscela alcohol-bálsamo estará recirculando hasta alcanzar un adecuado grado de saturación. Para efectuar lo anterior, se contará con refractómetro de precisión y se determinará el índice de refracción las veces necesarias, hasta que la composición alcohol-bálsamo permanezca constante; al llegar a este punto habrá terminado el proceso.

Para evitar que la extracción sea lenta, se empleará una bomba de recirculación que presente una capacidad tal que permita establecer un flujo aceptable a lo largo de la torre de percolación.

También se contará con una bomba de vacío con el fin de recuperar el alcohol remanente en los sólidos agotados.

En esta etapa se hace necesario controlar la presión de --descarga de la bomba de recirculación, y la presión de succión de la bomba de vacío, para lo cual se emplearán manómetros con escalas adecuadas.

Separación de Impurezas Sólidas.

Se justifica la instalación de este sistema, por la presencia de impurezas sólidas en la solución alcohol-bálsamo y por la necesidad de obtener un bálsamo de óptima calidad.

Además, tampoco es conveniente que el flujo alimentado al evaporador contenga impurezas sólidas, ya que estas podrían adherirse a la superficie de transferencia de calor.

El sistema eliminador de sólidos estará constituido por un filtro-prensa y de una bomba para hacer fluir la solución a través del filtro. Se trabajará a presión constante y ésta será medida antes del filtro-prensa.

Sistema de Separación y Recuperación del Solvente.

Se hace necesario la utilización de este sistema para eliminar el alcohol presente en la miscela alcohol-bálsamo y obtener el producto puro; esto también es importante, debido a que habrá que minimizar las pérdidas de solvente.

El sistema constará de lo siguiente:

- a) Un evaporador
- b) Un condensador
- c) Una bomba para generar vacío.

a) Evaporador.

En este dispositivo se realizará la separación del solvente a partir de la solución alcohol-bálsamo; se operará a vacío para garantizar el no sobrecalentamiento del producto. El vacío se producirá con la bomba que se utilizará en la torre de percolación. Se ha seleccionado un evaporador de película ascendente en base a datos de temperatura-viscosidad obtenidos para el bálsamo (Este evaporador presenta las ventajas de obtener un producto de alta pureza, alta velocidad de transferencia de calor, - corto tiempo de residencia y un amplio rango de operación). Para operar el evaporador se deberá controlar las líneas de flujo tanto del vapor, como de la miscela alcohol-bálsamo.

La línea del vapor tendrá una válvula que será regulada por un manómetro y la línea de la miscela por una válvula de acuerdo

a la composición del bálsamo saliente.

b) Condensador.

El condensador es un simple intercambiador de calor, trabajará con agua a temperatura ambiente y la finalidad será condensar el solvente vaporizado proveniente del evaporador y del extractor.

c) Bomba de vacío.

Esta bomba generará vacío en la torre de percolación para sustraer el alcohol remanente en los sólidos agotados y producir vacío en el evaporador, para ayudar en la separación del alcohol en la solución alcohol-bálsamo.

Distribución de la Planta.

La importancia de presentar la figura 3 (en el que se detalla la distribución de la planta), es brindar una idea del ordenamiento y tamaño del equipo, así como las distancias relativas que separa a cada una de las unidades.

En la figura 3, se observa la siguiente distribución:

a. Area de almacenamiento para la materia prima.

b. Area de almacenamiento para el producto.

1. Molino de Cuchillas

2. Torre de percolación

3. Barril para recolección de miscela, proveniente de la -
torre.

4. Bomba de recirculación, recirculará la miscela hacia la torre de percolación.
5. Bomba de vacío y condensador.
6. Barril para recolectar miscela que posteriormente se filtrará.
7. Bomba de filtro prensa.
8. Filtro-prensa
9. Barril para recolectar miscela filtrada.
10. Bomba de circulación
11. Evaporador.
12. Tanque recolector de bálsamo purificado.

VI RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de agua de desechos de lavados.

El proceso de purificación tradicional del bálsamo da como subproducto el agua de desecho de lavados; éste contribuye a la pérdida de bálsamo que sumado a otras, asciende hasta 30-40 por ciento. Experimentalmente y trabajando con muestras recolectadas del día, se encontró que la cantidad de bálsamo presente en esta agua es de 7%, este pequeño porcentaje de bálsamo es el que la confiere propiedades curativas al agua y es utilizada por las personas que habitan en la costa, para fines medicinales.

Tomando en cuenta que las cantidades de agua utilizada en el proceso son grandes y que para recuperar el bálsamo sería un proceso largo y costoso, los trabajadores la desechan, disminuyendo así, el rendimiento en la producción total, por otra parte contribuyen a la contaminación producida por las aguas mieles.

El bálsamo obtenido de estas aguas, presenta características organolépticas (cuadro 5), similares al bálsamo purificado por el método tradicional; en base a lo anterior, podemos afirmar que se puede evitar esa pérdida, al trabajar con un diseño de purificación en el que se omitan los subproductos y que se obtenga la máxima cantidad de bálsamo.

Extracción etanólica del bálsamo contenido en el estoraque.

El estoraque es otro subproducto del proceso de extracción de bálsamo por el método tradicional, este también se desecha - por los trabajadores contribuyendo a disminuir el rendimiento - en la producción total de bálsamo.

A las muestras recolectadas se les hizo extracción etanólica por dos procesos diferentes, para determinar la cantidad de bálsamo presente, y como se puede observar en el cuadro 1, los datos reportados para el proceso por soxlhet es de 18% y para el de maceración es 3%; de lo anterior se deduce que el método por soxlhet es más efectivo, y requiere menos tiempo para ex--traer totalmente el bálsamo contenido en el estoraque, y por - esta razón, se ha seleccionado el primer proceso.

Para comprobar si el bálsamo era extraído totalmente de la muestra se le practicó pruebas de ignición antes y después de - la extracción etanólica, estos datos se presentan en el cuadro 2, y se observa que al final de extracción por soxlhet el esto- raque arde, pero sin llama fuliginosa, indicándonos que el bál- samo ha sido extraído totalmente, no así, el estoraque que ha sido macerado, ya que arde con llama fuliginosa pero en menor - grado que el estoraque sin procesar; de lo anterior, se afirma que todavía presenta residuos de bálsamo.

De los datos presentados en el cuadro 1, observamos que al sumar las cantidades de bálsamo recuperadas, éstas ascienden a

25% y tomando en cuenta que para el año 1978, las estadísticas de exportación presentadas en la tabla 3, reportan la cantidad de 147,638 kg., la pérdida en kg es de 36,409; y la pérdida en colones es de ¢ 1.092,270.

Estas pérdidas podrían evitarse al implementar un diseño tecnológico de extracción y purificación de bálsamo, como el que se presenta en este trabajo.

El diseño nos proporciona la ventaja de no tener pérdidas tanto en la extracción, como en la purificación y la obtención de un bálsamo de óptima calidad, ya que se utilizará etanol industrial como solvente.

Purificación de bálsamo de trapo y cáscara con diferentes solventes.

Tratando de cambiar el sistema de purificación tradicional del bálsamo, por un método en el que se omitan los subproductos y que se obtenga un mayor rendimiento en la producción total, se pensó en un proceso de purificación con solventes orgánicos, - que su costo no sea muy alto, como también que el solvente no presente dificultades al proceso; con estos requisitos y en base a las pruebas de solubilidad presentadas en el cuadro 7, se seleccionaron 3 solventes y los resultados se presentan en el cuadro 3. Se observa que para los bálsamos de trapo y cáscara crudo los 3 solventes nos reportan datos similares en lo que respecta al porcentaje de bálsamo purificado, tomando en cuenta lo

anterior, se decidió trabajar con etanol industrial.

Proceso de extracción y cuantificación de cinameína en los diferentes bálsamos.

En el cuadro 4, se presentan los resultados obtenidos al determinar el porcentaje de cinameína contenida en los diferentes bálsamos. Se observa que el bálsamo purificado con etanol industrial, sufre un ligero aumento con respecto al bálsamo que ha sido purificado por el proceso tradicional actual, resultado que se esperaba, ya que el bálsamo en el etanol industrial, presenta mayor grado de solubilidad que en el agua, solvente que actualmente se usa. Por otra parte se tiene que el bálsamo extraído del estoraque es de menor calidad, basándonos en su bajo porcentaje de cinameína (20.14%),

También los bálsamos de trapo y cáscara crudos presentan porcentajes bajos de cinameína debido a la gran cantidad de impurezas sólidas.

Análisis de las Propiedades Organolépticas, Químicas y Físicas de los diferentes bálsamos.

Para determinar la pureza de los diferentes bálsamos se llevaron a cabo los análisis organolépticos, químicos y físicos.

Pruebas Organolépticas.

Las pruebas organolépticas nos ayudan a clasificar la pureza del bálsamo por su color, olor, sabor, como lo hacen en la Costa Balsamera, para determinar el punto final de proceso de pu

rificación.

A los bálsamos recuperados del estoraque y del agua de desecho de lavados, se les determinó estas pruebas, como también el bálsamo purificado por el proceso tradicional actual y los resultados se presentan en el cuadro 5.

Se observa que de los bálsamos, el que difiere del bálsamo purificado, por su color, es el obtenido del agua de desecho de lavados, presentando un color pardo oscuro, en base a estas pruebas, podemos predecir que el bálsamo es de baja calidad.

Propiedades Químicas

Índice de Acidez:

En el cuadro 6, se presentan los datos obtenidos de los análisis químicos determinados al bálsamo purificado por el proceso tradicional y el purificado con etanol.

En lo que respecta al índice de acidez, los dos bálsamos presentan valores bajos, pero no se puede afirmar que uno de ellos sea más puro que el otro, porque en este tipo de análisis, no se pueden reportar resultados uniformes, ya que siempre existen ciertas dificultades al realizar las pruebas evaluativas, pero sí, nos está indicando que el etanol industrial, no libera ácidos durante el proceso como para aumentar el número de ácidos libres presentes en el bálsamo y obtener un producto de menor calidad que el proporcionado por el método tradicional.

Número de Saponificación:

También el número de saponificación, aunque se considera de muy poca utilidad, como índice de pureza, podemos observar que tanto el bálsamo purificado por el método tradicional, como el purificado con etanol industrial, presentan valores semejantes.

Esto nos indica que el etanol no rompe, ni aumenta las cadenas de hidrocarburos de los compuestos presentes en el bálsamo, desatando de esta forma compuestos intermedios que le restan calidad al bálsamo purificado.

Número de Yodo.

El número de yodo también nos reporta valores semejantes y tampoco en base a este análisis se puede afirmar cuál bálsamo sea de mayor pureza, ya que este análisis presenta una fijación imperfecta de yodo al doble enlace. Este análisis nos da una idea de la cantidad de compuestos insaturados presentes en el bálsamo y son éstos compuestos los que le restan calidad al bálsamo.

Los análisis presentes anteriormente, aunque no proporcionen confiabilidad en sus resultados por diferentes factores (ya que el bálsamo no está clasificado como resina), podemos decir que nos sirven para comparar la calidad de los bálsamos obtenidos por el proceso acuoso y etanólico.

Propiedades físicas

Pruebas de solubilidad

Las pruebas de solubilidad determinadas al bálsamo, se llevaron a cabo en forma cualitativa, para seleccionar el solvente que disminuye las pérdidas en el proceso de extracción y purificación, al trabajar con el diseño que se presenta en este trabajo.

En el cuadro 7, se presentan los resultados obtenidos para los bálsamos: purificado, extraído del agua de desecho de lavados y el extraído del estoraque.

El bálsamo purificado, nos sirve de referencia para determinar la calidad de los otros, y se observa que los bálsamos recuperados presentan gran similitud en cuanto a solubilidad, lo que significa que la cantidad de bálsamo que se recupera, ya no se desecharía, como se hace actualmente al trabajar con el método tradicional.

Densidad.

En el cuadro 8, se presentan los datos para los diferentes bálsamos, tomando como referencia el extraído y purificado por el método tradicional actual, se observa que, a excepción del bálsamo obtenido del agua de desecho de lavados, los otros muestran valores que están en el rango de densidad entre 1.14 - 1.16 gr/cc, que son los límites aceptados para que el bálsamo se considere de calidad comercial y se acepte en el mercado tanto nacional como extranjero.

Índice de Refracción.

Se determinó el índice de refracción a los diferentes bálsamos y cinameínas extraídas de ellos, presentándose los resultados en el cuadro 9, en el que se observa que para los diferentes bálsamos los límites de índice están entre $n_{25} = 1.5550 - 1.5895$.

Los índices de refracción para las muestras de cinameína se encuentran entre $n_{25} = 1.5522 - 1.5730$. La temperatura a la que se determinaron estos valores es de 25°C .

Los valores encontrados en el laboratorio, nos indican que las muestras de bálsamos utilizadas y analizadas, se consideran puras, basándonos en los valores obtenidos de ensayos, efectuados en el extranjero con muestras provenientes de El Salvador, ellos presentan valores de índice de refracción para muestras -- con:

$$d_{150^{\circ}\text{X}} = 1.14 - 1.16$$

$$n_{25} = 1.588 - 1.595$$

Se considera que las muestras son de calidad aceptable.

Viscosidad.

En el cuadro 10, se presentan los datos de viscosidad para el bálsamo purificado por el método tradicional y las diferentes temperaturas a las que se determinó.

Esta determinación se realizó con el propósito de seleccionar el evaporador que se usará en la planta piloto.

Análisis comparativo de los dos métodos: -El tradicional actual y el Procesado con etanol industrial.

Al llevar a cabo una evaluación de las pérdidas que sufre la producción de bálsamo, encontramos que solamente el proceso de purificación y extracción del bálsamo contenido en los pañales es de 25%, cantidad que puede ser recuperada si se cambia en parte el proceso tradicional actual, ya que la extracción de la resina al árbol seguiría como actualmente se hace, utilizando técnicas de estímulo de flujo de la savia: golpear, quemar, abrir ventanas y sangrar.

Las técnicas a cambiar serían la expresión en prensa de los pañales y cáscaras conteniendo bálsamo; en este punto se ha considerado necesario el diseño preliminar de un método de extracción y purificación del bálsamo con etanol industrial.

Se ha seleccionado este solvente por ser económico, fácil de trabajar, de bajo punto de ebullición y no cambia las propiedades del bálsamo, obteniéndose así, un producto de óptima calidad.

En el diseño que se presenta en este trabajo, se evitarían las pérdidas de bálsamo, ya que este se pierde por decantación, descuido y por una separación incompleta del solvente (que en este caso es agua) y el bálsamo purificado; también se evitaría la evaporación de la cinameína al ser expuesto el bálsamo a altas temperaturas y largo tiempo de purificación como también la contaminación producida por las aguas mieles al ser desechadas.

El diseño presenta las características de extraer y purificar el bálsamo a temperaturas bajas, ya que el sistema operará a vacío para conservar las propiedades físicas, químicas y organolépticas del bálsamo.

Aunque para la implementación de este proyecto tecnológico se necesite de una fuerte inversión, el aumento en la producción de bálsamo compensará la inversión y a la larga, se obtendrá un aumento en el ingreso anual por este producto.

Los resultados obtenidos en este trabajo son satisfactorios, porque se suprimen los subproductos y las pérdidas por el proceso tradicional, aumentando la producción total y obteniendo un bálsamo que cumple con los requisitos para que se considere de óptima calidad.

VII CONCLUSIONES

1. Las propiedades organolépticas, físicas y químicas se determinaron para comprobar que el bálsamo obtenido por procesamiento etanólico, cumple las características para ser considerado de óptima calidad, como también para corroborar los datos obtenidos en otros estudios, en cuanto al bálsamo purificado por el proceso tradicional actual (acuoso).
2. El etanol presenta las características de ser buen solvente extractor y purificador del bálsamo y no varía las propiedades organolépticas, físicas y químicas que presenta el bálsamo purificado por el método acuoso.
3. El proceso de purificación de bálsamo por medio de solventes orgánicos es más efectivo, proporcionando mejor calidad, mayor rendimiento y menor tiempo de calentamiento en el proceso de purificación.
4. El solvente (etanol industrial), utilizado durante el proceso de extracción y purificación del bálsamo, se estará recirculando y las pérdidas por evaporación serán mínimas.
5. Con el diseño presentado en este trabajo se evitan las pérdidas de bálsamo, como también la obtención de subproductos, aumentando el rendimiento en la producción total de bálsamo.

VIII RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo un estudio más profundo sobre la metodología para determinar la pureza del bálsamo, encontrando métodos que sean específicos y prácticos.
2. Estudiar el diseño propuesto, pero en lugar de etanol, utilizar agua como solvente extractor.
3. El diseño preliminar presentado en este trabajo contiene - los elementos para procesar bálsamo, sin embargo, sería conveniente ampliar el mismo, para otros productos.
4. Realizar estudios de factibilidad técnico-económico, para la implementación del diseño tecnológico propuesto en este trabajo.

IX BIBLIOGRAFIA

1. Association of Official Analytical Chemists,
Official Methods of the A.O.A.C. 12 th ed.
Washington, D.C. 1975 p.
2. Anon, Perf. Essent Oil Record. Vol. III, pág. 202
3. Anteproyecto del Parque Nacional: Reserva Cultural de Bálsamo de El Salvador, Unidad de Parques Nacionales y Vida Silvestre/F.A.O., Ministerio de Agricultura y Ganadería, San Salvador, El Salvador, pág. 1. 1975.
4. Anuario Estadístico. Dirección General de Estadística y Censos. Comercio Exterior. Bálsamo Natural, Cod. -- 292 0203, San Salvador, El Salvador.
5. Bennett, C. T., Perf. Essent Oil Record, Vol. II, pág 131-3
6. _____ Vol. IXI. Pág. 423-4. (1928).
7. Butter Guzmán J. E. "Extracción y Estudio Farmacológico del Aceite obtenido de la semilla del Bálsamo de El Salvador". Trabajo de tesis. Universidad de El Salvador. 1979.
8. Calderón, L. Serrano. J. E., Landaverde. F.,
Aprovechamiento Industrial del Bálsamo. Diseño de una Planta extractora. Departamento de Ingeniería Química, Universidad de El Salvador, 1979.
9. Choussy, F., Economía de la Industria Balsamera, Economía Agrícola Salvadoreña, Producción Agrícola e Industrias Conexas.
Biblioteca Universitaria, San Salvador, El Salvador, Vol. XVIII. Pág , 1950.

10. Delphin, J., Svensk Farmaceutik Tidskrif. Pág. 22-4. 1907.
11. Dieterich, K., Ber. Pharm. Ges. Vol. XXIV. Pág. 225-32.
12. Dieterich K., Ca. A. Vol. VIII, Pág. 1326.
13. Dieterich K., C. A. Vol. XIII. Pág. 3276.
14. Evers, N., Pharm. J. Vol CXXX. Pág. 219 - 1933.
15. Farbenind, I. G., G. Brit. 359. 775. March 7, 1930.
16. Fourneau, E. Crespo M., Anales Soc. Españ.
Fís. Quim., Vol. XVIII. Pág. 148-53. 1920,
17. Goester, L. E., Pharm. Weekblad, Vol. LXI. pág. 482-90.
1924.
18. Guzmán D. J., Flora de El Salvador, Imprenta Nacional -
San Salvador, El Salvador, pág. 515. 1918.
19. _____ Pág. 517.
20. Heiduschka, Rheinberger, Pharm. Centr., Lab. Angew. Chem.
Vol. I. pág. 320.
21. Itallie, L. V., Univ. Leyden. Pharm Weekblad. Vol. LVII.
Pág. 1383-5, 1920.
22. Jumelle, H., Mat. Grasses. Vol. XIX, pág. 7722-4, 7750-1.
1927.
23. Lespagnol, A., Bruneel, J., J. Pharm. Chem. Vol. XXV. --
pág. 454-7, 1937.
24. Machado, A., Rev. Quim. Ind. Río Janeiro, Vol. X. --
pág. 115.
25. Martínez A., Menéndez, G., Berríos Mendoza, A., Aquino, E.
Alwood, E., El Bálsamo Negro de El Salvador.
Publicaciones de la Asociación Cafetalera de El Sal-
vador, págs. Nos. 22-31. 1940.

26. Maza Sicilia, A., "Breve Estudio sobre el Bálsamo".
Trabajo de Tesis. Universidad de El Salvador, 1940.
27. Merrill, E. C., J. Assoc. Off. Agr. Chem. Vol. III. Págs.
194-7. 1913.
28. Navarrete Osorio, G. A., ."Mejoramiento de la Producción de
Bálsamo en El Salvador. Trabajo de tesis. Universidad
de El Salvador, 1971.
29. Postel, E., Klin. Wochschr. Vol. XXII. Pág. 362-4. 1943.
30. Schimmel & Co. Fritzsche Brotheru. Semi-Annual Report.
April - Oct. Miltitz-Leipzig. pág. 135. (1916).
31. Schoorl, N., Jaconijntje, K., Pharm. Weekblad. Vol LXIII
pág. 1425-8, 1926.
32. Stutterheim, A., Pharm. Weekblad Vol. XLVIII. Pág. 481-2
33. Tschirch, A., Rosenthal, H., Friedlander, G., Pharm. Acta
Helv. Vol. III. Pág. 85-8. 1928,
34. UmmeY, J. C., Perf. Essent Oil Record. Vol. VII. Pág. --
249. 1918.
35. Volmar, Wagner, N., Bull Soc. Chim. 5, 2, 825-44. 1935.
36. Volmar, Sandahl, C. A., Vol. XXII. Pág. 2478.
37. Volmar y Sandahl, C. A. 22.2476; 29. 5815³.
38. Wende, E., Apath, Ztg. Univ. Koenigsberg. Vol. XXVIII. --
pág. 949.

39. Zablah, V. N., "Nueva técnica en las preparaciones de Extractos de Tolú soluble para jarabes, emulsiones de Bálsamo de El Salvador". Trabajo de tesis. Universidad de El Salvador. 1955.

X A N E X O S

C U A D R O 1

PORCENTAJE DE BALSAMO RECUPERADO

BALSAMO	%
Agua de desecho de lavados	7.0
Estoraque (extracción en soxlhet)	18.0
	<hr/>
TOTAL	25 %

C U A D R O 2

PRUEBAS DE IGNICION

Estoraque sin tratamiento	Arde con llama fuliginosa
Estoraque después de macerado	Arde con llama fuliginosa en menor grado
Estoraque después de la ex- tracción con soxlhet.	Arde, pero sin llama fuli- ginosa.

C U A D R O 3

PURIFICACION DEL BALSAMO

SOLVENTE	% DE BALSAMO PURIFICADO	
	Trapo Crudo	Cáscara crudo
Cloroformo	71.4	72.0
Etanol Industrial	78.6	67.7
Acido acético glacial	81.0	71.5

C U A D R O 4

PORCENTAJE DE CINAMEINA EN BALSAMOS

BALSAMO	%	CINAMEINA
Cáscara crudo	32.59	
Trapo crudo	34.14	
Purificación (H ₂ O)	42.10	
Extraído de Estoraque	20.14	
Purificado con EtOH	46.5	

PRUEBAS ORGANOLEPTICAS

	B. Purificado H ₂ O	B. estoraque	B. Purificado (EtOH)	B. Agua de de- secho de lava- dos.
Estado Físico	Viscoso	Viscoso	Viscoso	Viscoso
Color	Café rojizo	café rojizo	café rojizo	pardo oscuro
Olor	Caramelo	Caramelo	Caramelo	Caramelo
Sabor	amargo pi- cante	amargo pi- cante	amargo pi- cante	amargo pican- te.

C U A D R O 6

PROPIEDADES QUIMICAS

	B. Purificado (H ₂ O)	B. Purificado (EtOH)
Indice de Acidez	15,59	16,31
Número de Yodo	47,42	41,61
Número de Saponificación	182,91	186,7

C U A D R O 7

PRUEBAS DE SOLUBILIDAD

SOLVENTE	B. Purificado (H ₂ O)	B. Estoraque	B. agua desecho
Acetona	S	S	escasamente S.
Cloroformo	S	S	ligeramente S.
Metanol (99.5%)	S	S	soluble con frac cionamiento.
Etanol absoluto	S	S	soluble con frac cionamiento.
Propanol	S	S	S
HOAc glacial	S	S	S
Etanol 95%	S	S	S
Eter etílico	insoluble	poco sol.	insoluble
CCl ₄	insoluble	poco sol.	insoluble
Sulfuro de carbono	insoluble	poco sol.	-----
Benceno	S	poco sol.	insoluble
Hexano	insoluble	insoluble	insoluble
Agua	insoluble	insoluble	insoluble
HOAc (50%)	S	insoluble	insoluble

C U A D R O 8

DENSIDAD t = 25°C

Bálsamo	Densidad gr/cc
Purificado (H ₂ O)	1,1587
Estoraque	1,1583
Agua de desecho de lavados	1.2700
Purificado (EtOH industrial)	1,1562

C U A D R O 9

INDICE DE REFRACCION

t = 25°C

Bálsamo	n (experimental)
Purificado (H ₂ O)	1.5852
Purificado (EtOH)	1.5860
Cinameína	n _{exp.}
Extraída de B. Purificado (H ₂ O)	1.5677
Extraída de B. Purificado (EtOH)	1.5597
Extraída de B. Estoraque	1.5522

C U A D R O 10

VISCOSIDAD DEL BALSAMO (EXTRAIDO POR PROCESO ACUOSO)

TEMPERATURA °C	VISCOSIDAD (Cp)
25	3.000.0
27.5	2.746.7
32.5	1.055.0
41.0	450.0
49.5	200.0
67.0	86.7

VISCOSIMETRO "Brook-field" RVT - spin No. 3

FIGURA 1

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO PARA LA EXTRACCION
Y PURIFICACION DEL BALSAMO

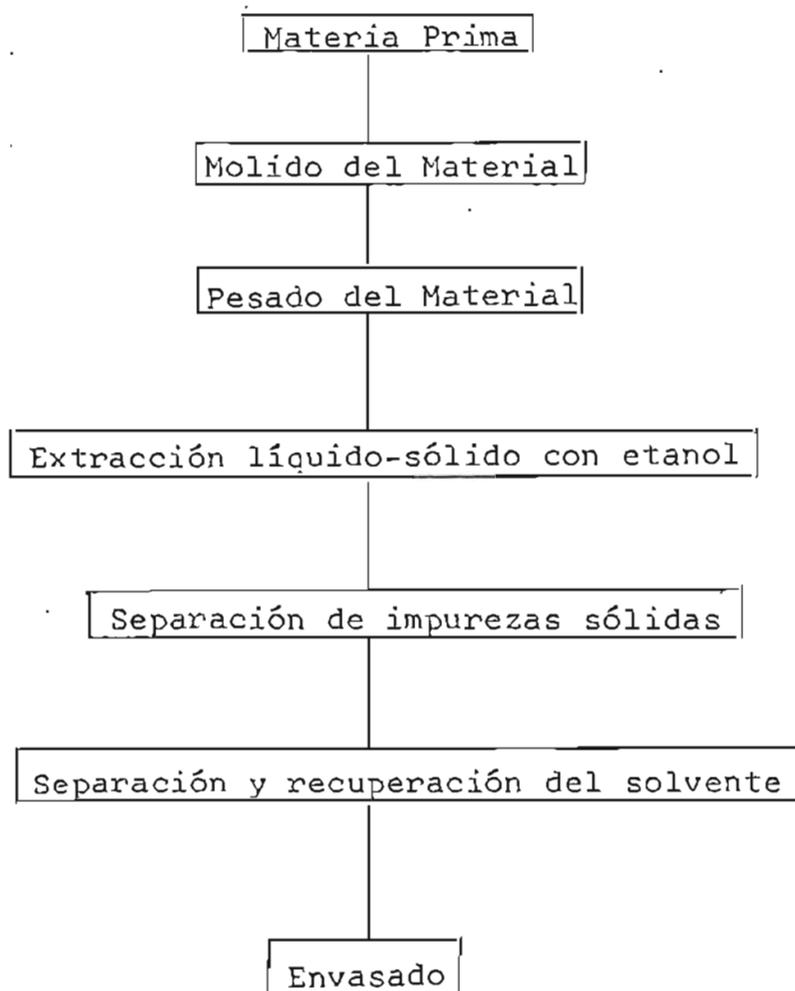


FIGURA 2. FLUJOGRAMA DE PROCESO PARA LA EXTRACCIÓN Y PURIFICACION DE BALSAMO.

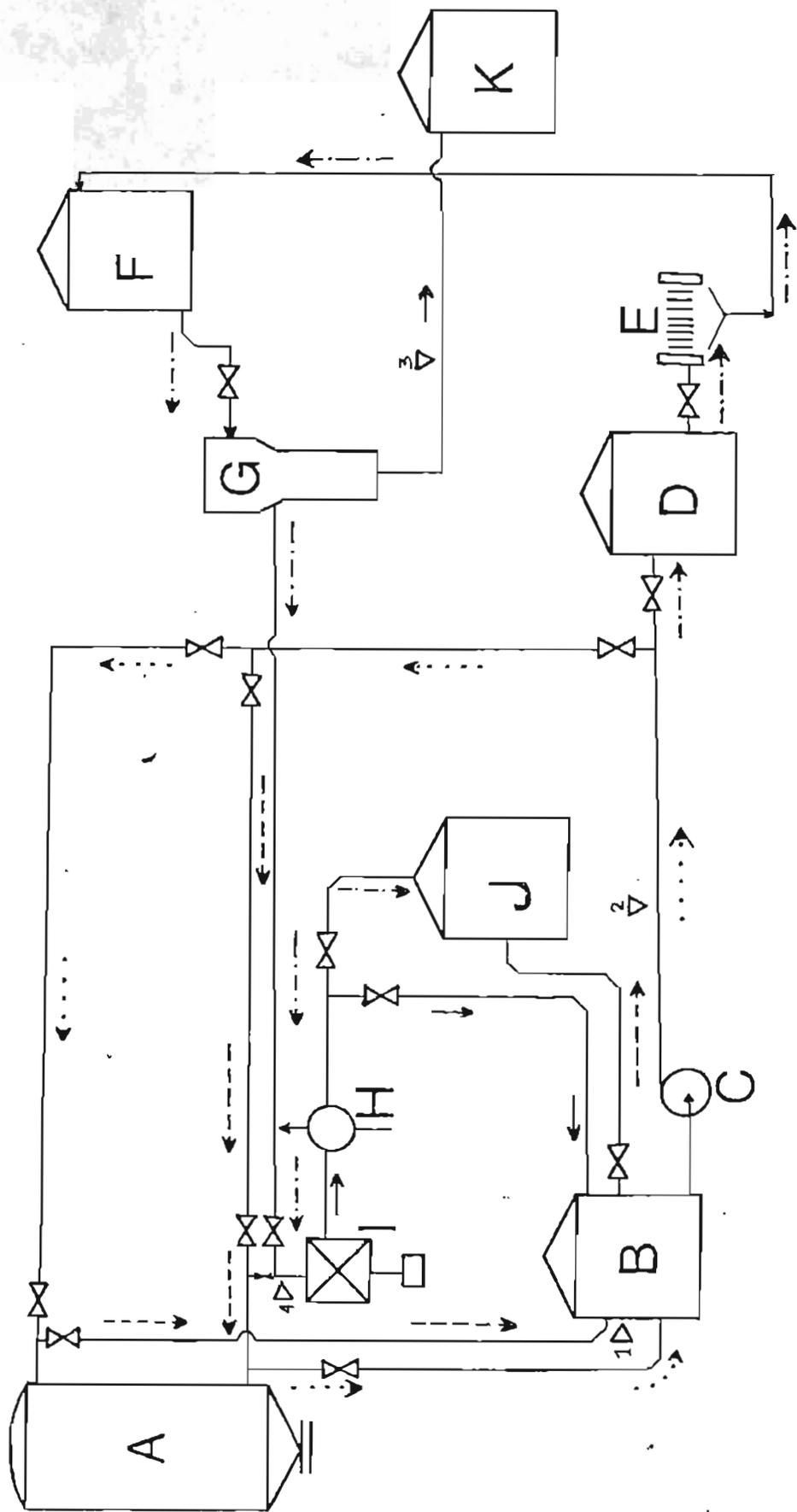
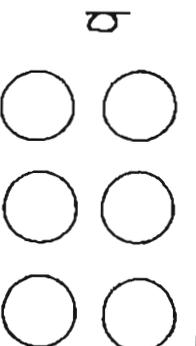
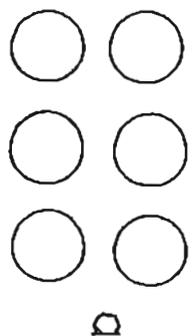
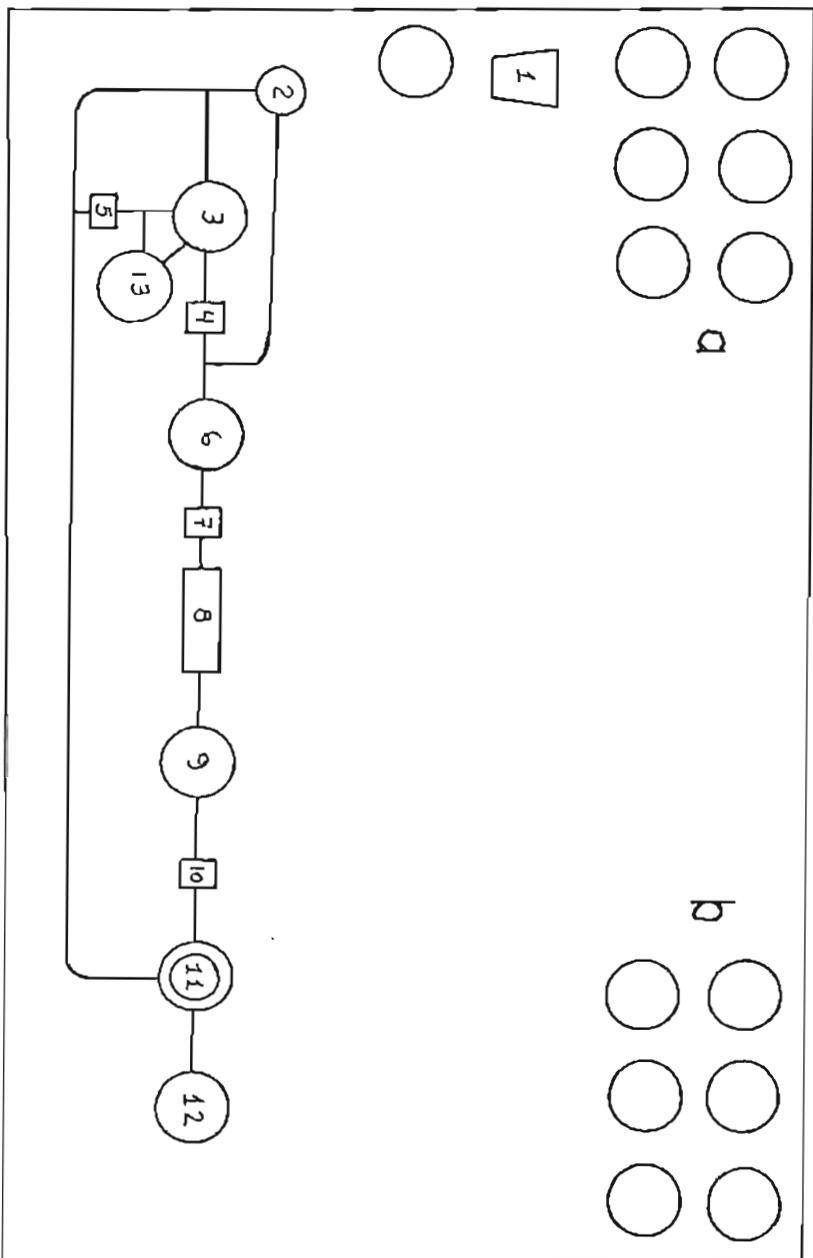


FIGURA 3.

DISTRIBUCION DE PLANTA



OPERACION DEL PROCESO DE EXTRACCION Y PURIFICACION
DEL BALSAMO

-> Proceso de extracción del tope al fondo de
torre de Percolación,

- > Proceso de extracción del fondo al tope de
la torre de Percolación,

- .-.-.-.-> Sistema de vacío al evaporador.

- > Sistema de vacío a la torre de Percolación.

PUNTOS DE CONTROL PARA EL FLUJOGRAMA DEL PROCESO
DE EXTRACCION Y PURIFICACION DEL BALSAMO.

- 1 ▷ Control de saturación de la miscela
- 2 ▷ Control de flujo
- 3 ▷ Control de la calidad del bálsamo purificado.
- 4 ▷ Control del vacío producido por la Bomba.

EQUIPO UTILIZADO EN EL PROCESO

- A Torre de Percolación.
- B Tanque de recolección de la miscela alcohol-bálsamo.
- C Bomba de Recirculación
- D Tanque de recolección de miscela saturada
- E Filtro-prensa
- F Tanque de recolección de miscela filtrada.
- G Evaporador
- H Condensador
- I Bomba de vacío
- J Tanque de almacenamiento de alcohol
- K Tanque de Recolección de Bálsamo Puro