

**Evaluación de procesos de purificación de resina
del Bálsamo del Perú *Myroxylon balsamum* por
medio de métodos físicos**

Jorge Raúl Andre Rivera

HONDURAS
Diciembre, 2003

Evaluación de procesos de purificación de resina del Bálsamo del Perú *Myroxylon balsamum* por medio de métodos físicos

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Jorge Raúl Andre Rivera

Honduras
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Jorge Raúl Andre Rivera

Honduras
Diciembre, 2003

Evaluación de procesos de purificación de resina del Bálsamo del Perú Myroxylon balsamum por medio de métodos físicos.

Presentado por:

Jorge Raúl Andre Rivera

Aprobado:

Luis Cerna, Dipl.- Ing.
Asesor Principal

Claudia García Ph.D
Coordinadora de la Carrera
de Agroindustria

Adela Acosta, Dra. C.T.A.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

Dedico todo mi esfuerzo a Dios Todopoderoso, a mis padres quienes en el transcurrir de los años siempre me han brindado apoyo incondicional.

A mi familia por sus consejos en especial a mi hermana Brenda y a mi prima Adriana Rivera y a todos mis compañeros.

A mis amigos que siempre estuvieron ahí cuando los necesité.

A mi país El Salvador.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me brindaron el apoyo para la realización de este trabajo en forma directa e indirecta.

Primero que todo a mi padre y a mi tío Roberto Rivera por todos sus consejos, y a mis asesores y profesores la Dra. Adela Acosta, Ing. Luis Cerna y Ing. Griselda Montoya.

A todos mis compañeros y amigos, en especial a mi compañero de cuarto Rafael Díaz, Olga Cueva, y Brenda Inestroza.

A Lic. Miram de Amaya y Lic. Luis Reyes del CENTA por brindarme información necesaria y ayudarme con los análisis del laboratorio necesarios para esta investigación.

RESUMEN

Rivera, Jorge. 2003. Evaluación de procesos de purificación de resina del Bálsamo del Perú *Myroxylon balsamun* por medio de métodos físicos. Trabajo de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Valle del Yeguares, Zamorano, 54 p.

El Bálsamo del Perú (*Myroxylon balsamun* var. *Pereirae*) es un árbol de la familia de las leguminosas que crece desde México hasta el Perú. De este árbol se obtiene la así denominada resina “Bálsamo del Perú”, la cual tiene usos en la industria farmacológica y en la perfumería. El Salvador es el único país que explota el árbol en forma comercial y exporta la resina purificada a países como Estados Unidos, España, Inglaterra, y Alemania. Su purificación se continúa efectuando sin mayor modificación desde los tiempos de la colonia; consistiendo éste en calentar la resina en un recipiente por un período de cuatro a ocho horas a fuego directo para separar el agua por medio de ebullición y posteriormente las impurezas por decantación. El objeto de este estudio consistió en comparar la eficacia de distintos métodos de purificación, por medio de la evaluación de las variables químicas (índice de saponificación de la cinameína, porcentaje de cinameína) del producto obtenido. Los métodos comparados fueron: ebullición a fuego directo, baño maría, centrifugación, ebullición con vacío parcial y centrifugación con ebullición y vacío parcial. El método más eficiente resultó ser el de ebullición con vacío parcial ya que el producto final presentó un porcentaje de cinameína de 46.15 y un índice de saponificación de la cinameína de 240.13, en comparación a los otros métodos cuyos promedios estuvieron por debajo de estos valores.

Palabras clave: Bálsamo, Purificación, cinameína, índice de saponificación.

Luis Cerna, Dipl. Ing.

CONTENIDO

	Portada.....	i
	Portadilla.....	ii
	Autoría.....	iii
	Página de firmas	iv
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	vi
	Resumen	vii
	Contenido	viii
	Índice de Cuadros	x
	Índice de Figuras	xi
	Índice de Anexos	xii
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2	ANTECEDENTES	1
1.3	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	2
1.4	LÍMITE DEL ESTUDIO.....	2
1.5	OBJETIVOS.....	2
1.5.1	Objetivo general	2
1.5.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	DATOS HISTÓRICOS	3
2.2	LUGARES EN QUE SE DESARROLLA EL BÁLSAMO.....	5
2.3	USOS DEL BÁLSAMO.....	5
2.4	PROPIEDADES DE LA RESINA DEL BÁLSAMO Y LA CINAMEINA	6
2.4.1	Resina natural	6
2.4.2	Resina del bálsamo	6
2.4.3	Solubilidad.....	6
2.4.4	Composición.....	7
2.5	DESCRIPCIÓN DE MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE LA RESINA	8
2.6	INFORMACIÓN DE MERCADO.....	9
2.6.1	El mercado externo e interno.....	10
2.6.2	Tendencias de la producción y proyección al futuro.....	12
3	MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1	LOCALIZACIÓN	13
3.2	TRATAMIENTOS	13
3.2.1	Pretratamiento.....	13

3.3	VARIABLES MEDIDAS.....	13
3.3.1	Porcentaje de cinameína.....	13
3.3.2	Índice de saponificación.....	14
3.4	TRATAMIENTO DE FUEGO DIRECTO.....	14
3.4.1	Descripción.....	14
3.4.2	Materiales.....	14
3.4.3	Procedimiento.....	14
3.5	TRATAMIENTO DE BAÑO MARÍA.....	15
3.5.1	Descripción.....	15
3.5.2	Materiales.....	15
3.5.3	Procedimiento.....	15
3.6	TRATAMIENTO DE CENTRIFUGACIÓN.....	16
3.6.1	Descripción.....	16
3.6.2	Materiales.....	16
3.6.3	Procedimiento.....	16
3.7	TRATAMIENTO DE EBULLICIÓN A VACÍO PARCIAL.....	17
3.7.1	Descripción.....	17
3.7.2	Materiales.....	17
3.7.3	Procedimiento para ensamble.....	18
3.7.4	Procedimiento.....	18
3.8	TRATAMIENTO CENTRIFUGACIÓN Y EBULLICION A VACIO PARCIAL.....	19
3.8.1	DESCRIPCIÓN.....	19
3.8.2	MATERIALES.....	19
3.8.3	PROCEEDIMIENTO.....	19
3.9	PORCENTAGE DE CINAMEÍNA.....	19
3.10	ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN EN CINAMEINA.....	19
3.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	20
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1	TRATAMIENTOS.....	21
4.2	PORCENTAGE DE CINAMEÍNA.....	21
4.3	INDDICE DE SAPONIFICAION ENCINAMEINA.....	22
5	CONCLUSIONES.....	24
6	RECOMENDACIONES.....	25
7	BIBLIOGRAFÍA.....	26
8	ANEXOS.....	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Solubilidades del Bálsamo.....	6
2.	Componentes de la resina	7
3.	Componentes libres	7
4.	Componentes de aceite esencial de bálsamo	8
5.	Total de exportaciones de bálsamo, periodo 1994 al 2002.....	10
6.	Empresas exportadoras	11
7.	Promedios de porcentajes de cinameína.....	21
8.	Promedios de índice de saponificación	23

INDICE DE FIGURAS

Figuras

1.	Distribución de la especie <i>Myroxylon balsamum</i> en El Salvador.....	4
2.	Demanda de bálsamo.....	10
3.	Transformaciones en cambio de fase.....	17
4.	Separación de capas después de centrifugación	22

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Extracción del bálsamo de pañal con etanol.....	28
2.	Balance de materia en purificación de bálsamo	31
3.	Separación de medias en porcentaje de cinameína.....	32
4.	Separación de medias en índice de saponificación.....	33
5.	Clasificación botánica del bálsamo	34
6.	Ilustración de hojas, semillas e inflorescencias de el <i>Myroxylon balsamum var pereirae</i>	35
7.	Estadísticas de comercio exterior periodo 1997 hasta los primeros tres meses del 2003.....	36
8.	Determinación de Cinameína en Bálsamo.....	40
9.	Metodología de análisis del índice de saponificación de la cinameína en el Bálsamo de el Salvador.....	41

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Bálsamo del Perú (*Miroxylon balsamun* var. *Pereirae*) es un árbol de la familia de las leguminosas que crece desde México hasta el Perú. En El Salvador, se encuentra la Cordillera del Bálsamo, la cual se denomina así por encontrarse esta especie en grandes cantidades. De este árbol se obtiene la así denominada resina “Bálsamo del Perú”, la cual tiene usos en la industria farmacológica y en la perfumería. El Salvador es el único país que explota el árbol y exporta esta resina a países como Estados Unidos, Alemania, España, Francia e Inglaterra.

El problema radica en que los exportadores siguen utilizando el mismo método artesanal de purificación de la resina que es utilizado desde la época colonial. Con este método se degrada mucho la calidad de la resina, perdiéndose demasiados volátiles. Este método consiste en verter el bálsamo crudo extraído desde la corteza de los árboles en un recipiente para que este sea calentado por un período de 4 a 8 horas a fuego directo. La mayor parte de las impurezas en la resina son agua en suspensión, la que se encuentra emulsificada con pequeñas partículas de madera y de tela. Por medio de la ebullición se logra eliminar el agua y los residuos sólidos se separan por medio de decantación. Se cree que por ser un proceso de ebullición a presión atmosférica se pierden muchos compuestos volátiles que pueden degradar su calidad. No se han realizado aun investigaciones técnicas importantes relacionadas con este proceso de purificación por lo que aun falta incorporar mucha tecnología a él, que sería el motivo a que llevó a realizar este proyecto de investigación y optimización de este proceso.

1.2 ANTECEDENTES

Los pocos estudios que hay sobre la extracción de la resina del bálsamo, han sido enfocados hacia la utilización de solventes (anexo I) para extraer el bálsamo a partir de la corteza del árbol o de la tela (pañales) utilizada para impregnar la resina segregada por el árbol. La utilización de solventes tiene el inconveniente de que los mismos contaminan el producto, además de alterar las cualidades aromáticas del mismo y sus derivados, haciendo que éste no sea aceptado en el mercado internacional. También hay estudios sobre algunos usos tradicionales en medicina casera. Existe un trabajo orientado a evaluar la posibilidad de separar el agua y los residuos sólidos de la resina, por medio de la fuerza centrífuga, este lo efectuó el señor Francisco Alstchul en San Salvador utilizando una centrífuga de 1,500 rpm, con resultados prometedores, su recomendación final fue que se

continuara el mismo utilizando una centrífuga de por lo menos 3,500 rpm, debido a que en su época no se disponía en el país de equipos de esa velocidad.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El proceso de producción de la resina del bálsamo da ocupación a más de 20.000 personas, ayudando a generar empleo en las áreas rurales del país, especialmente en la zona conocida como la Cordillera del Bálsamo. Esta explotación contribuye a la diversificación de las exportaciones agrícolas, dado a que rubros tradicionales como el café ya no son tan atractivos ni rentables por los bajos precios.

Debido a que más del 70% del territorio de la República de El Salvador, es de topografía accidentada, las explotaciones forestales y la agricultura de suelos de ladera tienen una gran importancia para el desarrollo agrícola del país y el árbol de bálsamo constituye una especie que por su rusticidad y calidad de su producto puede ser ampliamente utilizada. No obstante es indispensable mejorar en forma significativa los procesos empleados para la explotación del árbol y su producto.

El objetivo de este estudio es conseguir un mayor valor al producto obtenido para la exportación, mejorando la calidad del mismo y haciéndolo más atractivo para las industrias que lo utilizan, lo que se puede lograr utilizando un método de purificación que no disminuya la calidad de la resina y mantenga niveles de cinameína más elevados.

1.4 LÍMITE DEL ESTUDIO

Solo se deseó evaluar y comparar las alternativas para la purificación del bálsamo y no se incluyó los subproductos posibles a obtener.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

- Evaluar distintos métodos de purificación basándose en la composición del producto final.

1.5.2 Objetivos específicos

- Definir los parámetros de operación de cada proceso de purificación en la fase experimental.
- Comparar el porcentaje de cinameína en el producto final de cada método de purificación.
- Comparar el índice de saponificación de la cinameína de cada método de purificación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. DATOS HISTÓRICOS

Desde antes de la época colonial ya se conocían las propiedades medicinales y aromáticas de la savia del árbol llamado Bálsamo del Perú (*Myroxylon balsamum*), y fue en tiempo de la conquista que se dieron a conocer sus propiedades a nivel internacional. En esa época se le denominó Bálsamo del Perú, no por que fuera nativo del Perú pero por que se quería hacer creer a los piratas que este era embarcado del callao Perú para despistarlos dado que era muypreciado en esa época. La demanda del bálsamo se difundió después de la conquista, su uso principal era en medicina; en esa época era conocido como el *cura todo* y se dice que se valuaba más que el oro. Como base de perfumes era común en Nueva España y Europa donde en las Bulas Papales de 1562 y 1571 la iglesia autorizaba su uso para la confección del crisma y declaraban sacrilegio dañar o destruir los árboles.

Hay diferentes tipos de bálsamo, entre ellos encontramos el bálsamo o abeto de Canadá (*Abies balsámica* o *Abies canadiensis*) muy común en Norteamérica. Se trata de un líquido viscoso y denso, limpio y transparente en el momento en que se extrae del árbol. Con el tiempo tiende a solidificar, formar costra y tiende a colorearse de amarillo. Posee un fuerte aroma y es de sabor amargo. Se emplea en microscopía, debido a su índice de refracción, y también como aromatizante. El bálsamo del Perú es un líquido viscoso que contiene vainilla y se usa en la medicina, como jarabe para la tos y cicatrizante. También como aromático alimenticio y fragancia en productos cosméticos, se obtiene de un árbol que crece en América Central. El bálsamo de Tolú (*Myroxylon balsamum var. toluifera*) es una resina producida por un árbol que crece en Bolivia, Colombia Perú, Venezuela y algunas áreas de Argentina, y se emplea en medicina y en la elaboración del aceite de Tolú. Este árbol es comúnmente confundido por el bálsamo del Perú dado que estos dos están muy estrechamente relacionados. El bálsamo de copaiba se obtiene del copayero (*Copaifera officinalis*) que crece en América meridional y se usa como un anti-inflamatorio en medicina, también en barnices y lacas, en la fijación de olores y en la elaboración del aceite de copaiba. El bálsamo de benjuí es una resina aromática obtenida de ciertas especies del género *Styrax*, de Brasil y Argentina, utilizado en medicina. El bálsamo de Judea es conocido en Oriente por sus propiedades medicinales. La resina de benzoína se emplea como conservante en ciertos alimentos (Montano *et al.*, 2001).

El *Myroxylon balsamum*, se distribuye de manera natural a lo largo de vertiente pacífica de Mesoamérica, encontrándose desde México hasta Perú, el árbol es propio de los bosques húmedos tropicales y subtropicales de la zona y se ha reportado que el *Myroxylon balsamum var. pereirae* es una variedad única de El Salvador, con un rango altitudinal de 300 m.s.n.m. en Izalco, municipio de Sonsonate hasta 1000 m.x.n.m. en Jayaque

municipio de La Libertad (Figura 1). El milagroso árbol es cultivado en la llamada Cordillera del Bálsamo, ubicada entre la zona central y occidente de El Salvador, el fuste del árbol alcanza entre 80 y 90 cm de dap en su estado natural y tiende a ser recto aunque a menudo inclinado, es un árbol grande que llega a alcanzar de 30 a 40 m de altura. La corteza presenta fisuras longitudinales de color pardo claro a gris. En El Salvador la floración inicia en el mes de marzo hasta mayo, la madera de ésta especie tiene un peso específico entre 0.62 y 0.72, lo cual la clasifica como muy pesada, por lo que es utilizada en construcciones pesadas así como para ebanisterías finas (Rojas, 1998).

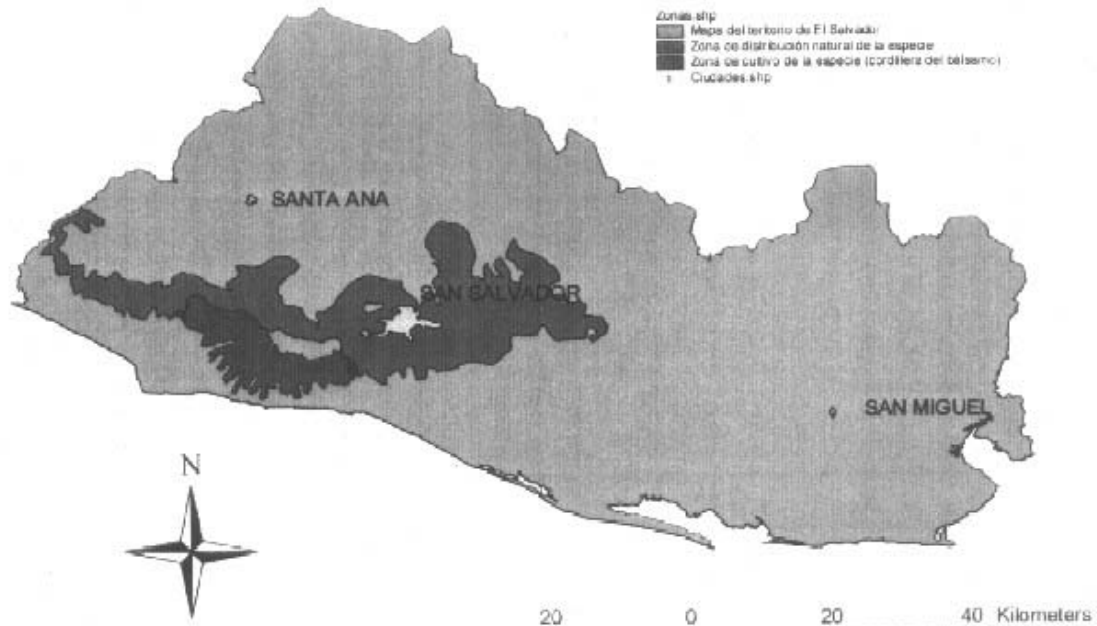


Figura 1. Distribución de la especie *Myroxylon balsamum* en El Salvador (Rojas, 1998).

Los árboles de bálsamo requieren al menos 25 años de edad para ser explotados, pero no hay ningún estudio que respalde este dato. Los árboles que no tienen la madurez necesaria para iniciar la explotación producen un bálsamo lechoso de mala calidad, y algunos no producen y mueren esencialmente por dos razones:

1. El diámetro de un árbol cuya edad oscila entre 10 y 15 años es pequeño, de aproximadamente 8 a 12 centímetros, y al someterlo al proceso de extracción, el daño que se origina en la corteza del mismo ocasiona una lesión proporcionalmente muy importante restringiendo en forma muy drástica el desarrollo de la planta pudiendo llegar a morir. Por otra parte las cantidades de bálsamo que pueden extraerse son muy pequeñas.
2. Al picar y golpear la corteza, ésta se desprende parcialmente de la madera, permitiendo que entre ambas penetre aire. Con la humedad que existe en la zona balsamera, se facilita

la proliferación de microorganismos que aceleran la descomposición de la madera y la parte interna de la corteza. Esta descomposición avanza rápidamente hasta que el árbol muere.

Las sustancias activas del bálsamo se componen entre un 45 y un 60% de cinameína, que es una mezcla de dos tercios de esterbenílico del ácido benzóico y un tercio del esterbenílico del ácido cinámico, aproximadamente un 30% de resinas, ácido cinámico libre, ácido benzoico, nerolidol, cumarina, farnesol y vainilla (Montano *et al.*, 2001).

2.2 LUGARES EN QUE SE DESARROLLA EL BÁLSAMO

Algunas características importantes para el desarrollo del bálsamo son, las condiciones climáticas y el suelo. Las condiciones climáticas en las que el árbol se desarrolla son las siguientes: alturas que oscilan entre 400 y 800 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas mínimas de 18° C y máximas de 34° C y con una precipitación pluvial de 1500 a 2000 mm anualmente. En lo que se refiere al tipo de suelo este árbol crece desde franco arenosos hasta suelos arcillosos, pero debe tener un buen drenaje, en la zona balsamera de El Salvador predominan los suelos clasificados dentro de los grandes grupos latosol pardoforestal, latosol arillorrojizo y litosol (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1962; 1966).

Gran cantidad de “La Cordillera del Bálsamo” se encuentra cultivada de café y árboles frutales, como sombra de los frutales se encuentran los árboles de bálsamo. En las regiones muy accidentadas, el bálsamo crece junto a vegetación nativa y otros árboles, formando parte de los bosques naturales de esa región.

2.6 USOS DEL BÁLSAMO

En perfumería y cosméticos, insustituible como fijador de lociones y colonias. Así como también se emplea como aditivo a jabones detergentes, cremas, shampoo y artículos para el baño (Choussy, 1974).

En farmacéutica se usa como ingrediente para curaciones de heridas en humanos y para aliviar problemas bronquiales como: asma, bronquitis, tos (Rojas, 1998).

En veterinaria, como un expectorante, en fórmulas para supositorios, repelentes para insectos y cremas para picaduras (Fagoaga, 1987).

En la rama de productos alimenticios, es usado en proporciones pequeñas para dar sabor en ese sentido destaca su participación en productos como bebidas alcohólicas y no alcohólicas, postres lácteos congelados, artículos de panadería, confites blandos y duros, gelatinas y pudines, sabores de chocolate, vainilla y gomas de mascar. En cigarrerías o tabacaleras fina, para darle sabor al cigarrillo (Montano *et al.*, 2001).

2.4 PROPIEDADES DE LA RESINA DEL BÁLSAMO Y LA CINAMEINA

2.4.1 Resina natural

La resina natural es todo aquel compuesto originado por la polimerización de los terpenos procedentes de las plantas, como resultado de su oxidación. Al ponerse en contacto con el aire, los terpenos ácidos y ésteres resinicos en su composición, adoptan progresivamente un aspecto gomoso con estructura amorfa, que puede llegar a solidificarse. Según sus características fisicoquímicas las resinas naturales se clasifican en: resinas verdaderas, oleorresinas y bálsamos y gomorresinas (Montano *et al.*, 2001).

2.4.2 Resina del bálsamo

Descripción de la resina

La resina del *Myroxylon balsamum var. Pereirae*, es un líquido espeso no adhesivo, que ni se espesa ni se solidifica, inalterable al aire, pardo rojizo, transparente en capas delgadas negras en masa. No deja depositar cristales. De olor fuerte aromático, con reminiscencia a vainilla.

2.4.3 Solubilidad

Es insoluble en agua, que se torna ácida al tornasol e insoluble en éter de petróleo; parcialmente soluble en el alcohol diluido, éter, benceno, esencias y grasas; soluble en todas las proporciones en el alcohol absoluto, cloroformo, acetona y ácido acético entre otros (Cuadro 1); el sulfuro de carbono no disuelve la resina.

Cuadro 1. Solubilidades del bálsamo.

Términos descriptivos	Solvente(punto de ebullición en ° C)	Fórmula
Muy soluble	Acetona(56.5)	C ₃ H ₆ O
	Cloroformo(61.2)	CHCl ₃
	Metanol 100%(64.7)	CH ₃ OH
	Etanol 90%(78.4)	C ₂ H ₅ OH
	Propanol 100%(97.8)	C ₃ H ₇ OH
	Ácido acético glacial(118.1)	C ₂ H ₄ O
Parcialmente soluble	Tetracloruro de carbón(76.8)	CCl ₄
	Sulfuro de carbón(46.3)	CS ₂
	Benceno (80.1)	C ₆ H ₆
Prácticamente insoluble	Ciclohexano(81)	C ₆ H ₁₂
	Agua(100)	H ₂ O
	Éter etílico(34.6)	(C ₂ H ₅) ₂

Fuente: Ministerio de Economía (1978)

2.4.4 Composición

En lo referente a la composición química del bálsamo se han realizado muchas determinaciones por lo general en los países importadores, tendientes a establecer los principales componentes de esta sustancia natural segregada por el bálsamo salvadoreño.

El bálsamo de Perú contiene de 45 a 64% de aceite volátil (componente activo) y 20 a 28% de resina. El aceite volátil contiene ácidos benzoico y cinámico y cantidades pequeñas de nerolidol, su principio activo es la Cinameína (Parada, 1983). Contiene además otros compuestos (Cuadro 2 y 3): Metacinameína, ácido cinámico, una resina del ácido benzoico, ácido dihidrobenzoico, alcohol bencílico. El peruviol es un alcohol de agradable olor a narciso. El éter bencílico del ácido benzoico (Peruscabina) femasol (ácido desquiterpánico), estireno (feniletileno), perurresinotanol, Fitosterol, vainilla, Alcohol cinámico, alcohol fenilpropílico, benzoato de pesurresinotanol, cinamato de perurresinol y éster tanolbenzoico (Ministerio de Economía, 1978).

Cuadro 2. Componentes de la resina

Nombre del Compuesto	Formula Química
Benzoato de perurresinatol	$C_{15}H_{14}O_6$
Cinamato de perurresinatol	$C_{27}H_{16}O_6$
Ester Tanolbenzoico	$C_{21}H_{12}O_8$

Fuente: Navarrete (1971)

Cuadro 3. Componentes libres

Nombre del Compuesto	Formula Química
Ácido dihidrobenzoico	$C_7H_8O_2$
Ácido benzoico	$C_7H_6O_2$
Ácido Cinamico	$C_9H_8O_2$
Fernesol	$C_{15}H_{25}OH$
Estireno	$C_6H_5CH:CH_2$
Fitosterol	$C_{28}H_{43}OH$
Perurresinotanol	$C_{18}H_{9}O_4OH$
Vainilla	$C_8H_3O_3$
Alcohol Cinamico	C_9H_9OH
Alcohol Fenilpropilico	$C_9H_{13}OH$
Peruviol	$C_{30}H_{22}O$

Fuente: Navarrete (1971)

Químicamente el bálsamo consiste en un 55% a 30% de material resinoso (Resina del bálsamo) y un 45 a 70% de aceite esencial (aceite del bálsamo) éste último, es conocido comúnmente como cinameína. Además contiene ácido benzoico y cinámico, curamina, vainilla y nerolidol. El aceite puede variar en color, desde café rojizo hasta blanco agua, dependiendo del método de destilación o extracción usado.

La cinameína es un líquido de color débil, un poco amarillento, se oxida lentamente al aire liberando ácido benzoico y cinámico, el ácido sulfúrico la convierte en una sustancia resinosa de fórmula $C_{27}H_{30}O_6$ (Cuadro 4) fijando sobre ella dos moléculas, de agua. El bálsamo contiene del 45 al 70% de ésta resina soluble en alcohol y éter, apenas soluble en agua, de aspecto oleaginoso, fuertemente refringente, su densidad 1.098 g /ml a 14°C y de 1.0925 g/ml a 25°C (Montano *et al.*, 2001).

Cuadro 4. Componentes de aceite esencial de bálsamo.

Nombre	Fórmula
Benzoato de bencilo	$C_{14}H_{12}O_2$
Cinamato de Bencilo	$C_{16}H_{14}O_2$
Cinamato de Cinamilo (estiracina)	$C_{10}H_{16}O_2$
Peruviol(en forma de ester)	$C_{30}H_{22}O$
Acido Cinamico	$C_9H_8O_2$
Vainilla(0.05%)	$C_8H_8O_3$
Nerodiol	
Curamina	$C_9H_6O_2$
Cinameina	$C_{27}H_{26}O_4$

Fuente: Ministerio de Economía, (1978)

2.5 DESCRIPCIÓN DE MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE LA RESINA

El primer paso consiste en abrir heridas o “ventanas” en la corteza del árbol. Estas son por lo general de entre 10 a 15 cm de ancho y de largo variable entre los 10 a 90 cm procurando no cortar la albura del árbol sino sólo la corteza. Depende del tamaño del árbol y del criterio del balsamero el número de heridas que se le harán a un árbol, aunque por lo general oscilan entre 1 a 8. Estas pueden estar ubicadas a cualquier altura del fuste o ramas que estén sanos y al alcance del balsamero. La corteza que el trabajador desprende del árbol se deposita en una bolsa que lleva consigo, por que esta posteriormente será sometida a prensado para extraer el “bálsamo de cascara”.

Una vez abierta la herida se le aplica calor por medio de “tizones” de leña. Esta tradicionalmente sólo puede ser de ciertas especies de madera dura como son el mismo bálsamo, el copinol (*Hymaenea courbaril*), el níspero de montaña (*Pouteria sp.*) entre otras especies comúnmente asociadas entre si el sistema bálsamo café. Esto se debe a que son maderas duras, de alto contenido calórico y de combustión lenta lo cual estimula de manera óptima la exudación de la resina. La medida de calor aplicada esta al criterio del trabajador pues si no se aplica suficiente, o bien si se aplica demasiado, la productividad de la herida bajara. Entre el calentamiento y la colocación de pañales que se describe a continuación se deja transcurrir un periodo de uno a dos días.

Luego de la aplicación de calor se coloca un pañal o tela sobre la herida y se deja ahí durante unos 15 días. Durante este tiempo el árbol exudara la resina con el fin de

cicatrizan la herida y esta será absorbida por el pañal. Una vez estos se encuentran saturados son llevados a la “torcedera” el cual consiste en una prensa rudimentaria formada por cables entre tejidos que se retuercen con la ayuda de palancas de madera, en el cual son exprimidos los pañales después de haber sido metidos en agua hirviendo para facilitar la extracción de la resina. El resultado de este proceso se conoce como “bálsamo de pañal”. Dos semanas después del aprovechamiento se vuelve a cortar otra parte de la corteza extendiéndose hacia abajo o hacia arriba de la herida inicial, manteniendo el ancho de la misma y se somete a un proceso similar al anterior. Después de extraer el bálsamo de pañal el trabajador procede a machacar la corteza recogida de todas las heridas abiertas para someterlas a un tratamiento similar al descrito con los pañales.

Después de haber extraído los dos tipos de bálsamo, estos son vendidos a exportadores para que estos lo purifiquen removiendo el agua, las impurezas sólidas y luego exporten.

2.6 INFORMACIÓN DE MERCADO

Al referirnos al mercado del bálsamo cabe recalcar que de acuerdo a la información citada y entrevistas realizadas, los intentos de sustituir el bálsamo por productos alternativos sintéticos no han significado un verdadero riesgo para este, esto se debe a las características del mismo, sobre todo a el poder de fijación y a la fragancia. Así por ejemplo el bálsamo sintético de Alemania nunca llega a tener mas de un 15% de cinameína, mientras el bálsamo de El Salvador, esta en un rango de 45-60%.

Por otra parte los productos alternativos no representan ventajas significativas en cuanto a precio al ser comparados con precios del bálsamo. Por último, se debe considerar que mientras el bálsamo, ya sea su resina o aceite, se encuentran a la disposición de múltiples usos, los productos alternativos atienden necesidades específicas de la rama industrial para la cual han sido diseñados.

Merece atención considerar las perspectivas de uso interno de bálsamo. De acuerdo a laboratorios farmacéuticos de El Salvador como: Droguería Morazán, Laboratorios Fresón y Laboratorios Ancalmo, y a industrias de la rama de cosméticos nacionales, el bálsamo es un producto insustituible por otros productos tanto naturales como químicos.

A continuación se presenta las estadísticas de exportación de la subpartida (13019000), correspondiente al período de 1994 hasta el año 2002 en volumen. El valor correspondiente F.O.B (\$) a las exportaciones de 1997 a marzo 2003 y los volúmenes se detallan en el anexo 7.

Cuadro 5. Total de exportaciones de bálsamo, período 1994 al 2002.

AÑO	VOLUMEN TOTAL DE EXPORTACION(Kg)
1994	142,669.00
1995	120,846.00
1996	89,379.00
1997	380,871.00
1998	132,703.00
1999	79,889.00
2000	69,378.53
2001	107,058.90
2002	69,247.99
Total	1,192,042.40

Fuente: Banco Central de Reserva, (2003)

A partir del cuadro 14 se construyó la siguiente grafica (figura 2) mostrando el volumen exportado y el periodo de exportación.

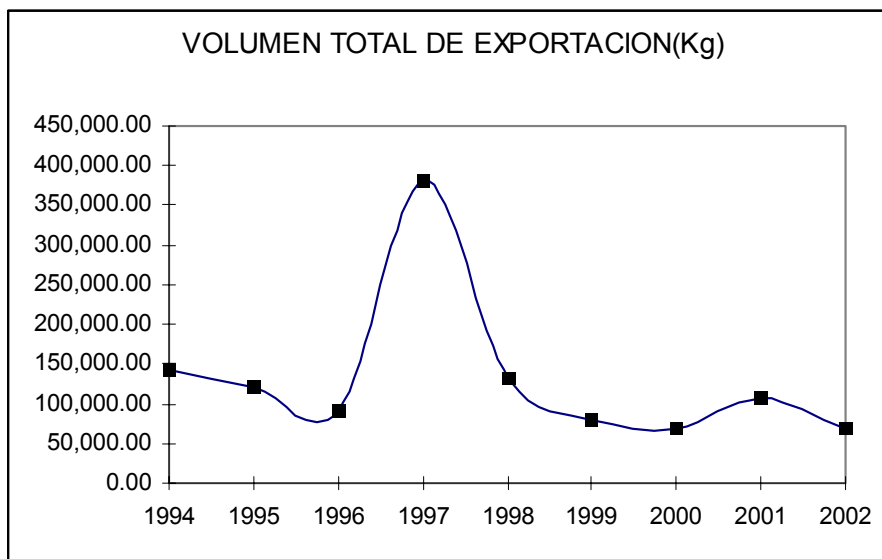


Figura 2. Demanda de bálsamo

Se puede observar que la demanda del bálsamo se mantiene a lo largo de los años con la excepción de 1997; esto se debió a un alza en los precios de 1996 que llevo a una alta producción, creando así un alta oferta y una baja en los precios.

2.6.1 El mercado externo e interno

No existen estadísticas que consideren cuanto del total comerciable se orienta al mercado interno; sin embargo, según el Ministerio de Economía, de la oferta comerciable no más

de un 4% es destinado a mercado interno lo cual es significativo concentrándose en el análisis del mercado exterior únicamente.

El mercado internacional del bálsamo salvadoreño es amplio en cuanto a número de países (15), sin embargo, en cuanto a volumen exportado, a los Estados Unidos, Alemania, Francia e Inglaterra se destina un promedio del 95% (aproximado) siendo Alemania el principal importador. En el cuadro 6 se observan los principales exportadores y países a los cuales exporta cada uno de ellos.

Cuadro 6. Empresas exportadoras.

Empresa exportador	País destino
J.RAUL RIVERA S.A DE C.V.	Estados Unidos
	Alemania
	España
	Francia
	Reino Unido -Inglaterra
FIGUEROA, MIGUEL EDMUNDO	Estados Unidos
	Alemania
	Reino Unido Inglaterra
LAS SALLY BARRIENTOS, S.A DE C.V.	Alemania
	Francia
REGALADO CUELLAR, JULIO CESAR	Estados Unidos
	Costa Rica
VAPE, S.A. DE C.V.	Alemania
	Francia
VIKA, S.A DE C.V.	Francia
	Reino Unido Inglaterra
LIEBES, S.A DE C.V.	Canadá
	Estados Unidos
	Alemania
	Francia
	Reino Unido-Inglaterra
	Suecia
NOBS HIDROFUSION, S.A. DE C.V.	Japón
	Canadá
	Alemania
	España
MAZA SICILIA,EFRAIN JERONIMO	Francia
	Estados Unidos

Fuente: Banco Central de Reserva, (2003)

2.6.2 Tendencias de la producción y proyección al futuro

El bálsamo es una especie que requiere 25 años desde su siembra para dar su primera producción, y la oferta de este es fuertemente inelástica a mediano plazo, dependiendo de la producción nacional, del número de árboles existentes, y de la intensidad con la que estos sean explotados. En numerosos trabajos se ha destacado el problema de la sobreexplotación de los árboles y el uso de una explotación primitiva, que esta llevando a la pérdida de muchas unidades (Parada, 1983; Rojas, 1998).

Entre las causas de la caída de la producción en un futuro, se puede mencionar que no hay una política estatal de reforestación para esta especie que garantice su existencia a largo plazo. No existen líneas de crédito a largo plazo que estimulen su cultivo. El obrero balsamero, que es encargado de extraer el bálsamo y por lo general, no es el dueño de la tierra, en muchos casos no esta interesado en la conservación; la técnica tradicionalmente empleada para la extracción no garantiza la buena preservación del árbol y esta técnica que se transmite de generación en generación, se esta perdiendo en parte debido al desinterés de las nuevas generaciones en aprenderlo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Las pruebas de los procesos de purificación se realizaron en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano y Laboratorio de química de Zamorano. Los análisis químicos de los productos obtenidos se realizaron en el laboratorio de química agrícola del CENTA El Salvador. La empresa exportadora J.Raul Rivera S.A DE C.V. de EL Salvador proporcionó la muestra de bálsamo crudo que se analizó.

3.2 TRATAMIENTOS

Los métodos de purificación evaluados son: Fuego directo, baño maría, centrifugación, ebullición con vacío parcial y centrifugación con ebullición a vacío parcial. Todos los tratamientos fueron desarrollados basados en prueba y error.

3.2.1 Pretratamiento

Antes de realizar los tratamientos se eliminaron los residuos sólidos usando un tamiz.

3.3 VARIABLES MEDIDAS

Las variables medidas, porcentaje de cinameína y índice de saponificación de la cinameína son las más representativas, tanto para el exportador como para el importador; pues lo que busca el exportador es obtener una resina con el mayor contenido de cinameína y sustancias volátiles, para recibir un buen precio y al importador le interesa obtener una buena materia prima para poder sacar todos sus derivados y productos de alta calidad.

3.3.1 Porcentaje de cinameína

Se midió el porcentaje de cinameína utilizando la metodología USP XIII-1947; se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento.

3.3.2 Índice de saponificación de la cinameína

Se midió el índice de saponificación utilizando la metodología USP XV- 1955; se realizó en tres repeticiones de cada tratamiento. Con esta variable sabemos la cantidad de ácidos libres y esterres contenidos en un gramo de bálsamo.

3.4 TRATAMIENTO DE FUEGO DIRECTO

3.4.1 Descripción

Este tratamiento se consideró como el tratamiento a comparar con los otros métodos. Este es el método de purificación tradicional adaptado a nivel de laboratorio. Consiste en poner la resina en un recipiente para luego agregar calor directo a esta y hacer que el agua ebulle. En la industria este proceso puede tomar hasta 8 horas por las cantidades que se procesan.

3.4.2 Materiales

- Beaker 2000 ml
- Mechero
- Termómetro
- Soporte
- Tamiz
- Aro para colocar red metálica
- Red metálica
- 600 ml de bálsamo
- Reloj
- Frascos de vidrio

3.4.3 Procedimiento

1. Tomar muestra de un volumen aproximado de 600 ml de bálsamo previamente homogenizado en un beaker de 1000 ml.
2. Esta muestra se filtra usando un tamiz fino para eliminar los residuos sólidos.
3. Colocar termómetro dentro del beaker con el bálsamo.
4. Colocar el beaker en un aro con red metálica acoplado al soporte.
5. Someter a fuego con el mechero hasta haber eliminado toda el agua emulsificada con la resina (para verificar contenido de agua se coloca una capa fina de resina en un vidrio y se observa cualquier gota de agua que pueda encontrarse todavía en la resina). En una muestra de este tamaño el eliminar toda el agua en emulsión y suspensión puede tardar alrededor de 15 a 20 min.

3.5 TRATAMIENTO DE BAÑO MARÍA

3.5.1 Descripción

El baño maría se realizó con agua considerando que esta posee la cualidad de amortiguar el cambio de temperatura debido a su alto calor específico. Este método se consideró para eliminar la aplicación de calor en una sola zona, y llegar a una temperatura máxima de 100° C. De esta manera no sólo controlamos temperatura máxima sino también se distribuye la adición de calor, ya que no se concentra en un punto.

3.5.2 Materiales

- Beaker 2000 ml
- Beaker 1000 ml
- Mechero
- Soporte
- Red metálica
- Aro
- Perlas de vidrio
- Dos Termómetros
- Reloj
- 500 ml de bálsamo
- Frascos de vidrio

3.5.3 Procedimiento

1. Tomar muestra de un volumen aproximado de 500 ml de bálsamo previamente homogenizado en un beaker de 1000 ml.
2. Colocar termómetro dentro del beaker con el bálsamo.
3. Tomar un beaker de 2000 ml y llenarlo aproximadamente a 800 ml con agua destilada.
4. Utilizando alambres de fijación colocar el beaker de 1000 ml con bálsamo dentro del beaker de 2000 ml con agua destilada y colocarlos en un aro con red metálica que fueron previamente ensamblados a un soporte.
5. Someter a fuego con el mechero, teniendo cuidado con el agua hirviendo de el baño maría y estar llenado cada vez esta se evapora; se mantiene hasta haber eliminado toda el agua emulsificada con la resina. (para verificar contenido de agua se coloca una capa fina de resina en un vidrio y se observar cualquier gota de agua que pueda encontrarse todavía en la resina.) Este proceso tarda alrededor de 8 horas.

3.6 TRATAMIENTO DE CENTRIFUGACIÓN

3.6.1 Descripción

La centrifugación es una técnica de separación de partículas que se basa en la distinta velocidad de desplazamiento de las partículas en un medio líquido al ser sometidas a un campo centrífugo.

Cuando se centrifuga una solución o emulsión, se rompe la homogeneidad y se produce la separación, formándose capas. Las primeras partículas en sedimentar son las de mayor densidad.

Mediante la centrifugación del bálsamo se trató de separar tres capas; una de sólidos, una de resina y otra de agua. Sin embargo estos residuos tendían a no separarse y más bien a quedar en suspensión. Esto dejó solo bálsamo ($\rho=1.170$) y agua emulsificada para ser separado con la centrifuga.

3.6.2 Materiales

- Centrifuga de mínimo 5000 rpm
- 200 ml de bálsamo
- Bolsas de polietileno
- Frascos de vidrio
- Beaker de 1000 ml

3.6.3 Procedimiento

1. Tomar muestra de un volumen aproximado de 200 ml, y meterla en bolsa.
2. Colocar bolsa en acople de la centrifuga.
3. Fijar el tiempo de centrifugación en 15 min.
4. Llevar rpm a 4500.
5. Esperar a que finalice.
6. Repetir pasos 3-5 tres veces más para lograr una mejor separación.
7. Abrir orificio a la bolsa en la parte del fondo, en donde el bálsamo se precipitó.
8. En un frasco de vidrio decantar hasta acercarse a capa de agua.
9. Finalmente depositar la parte superior en otro frasco de vidrio.

3.7 TRATAMIENTO DE EBULLICIÓN APLICANDO VACÍO PARCIAL

3.7.1 Descripción

En la figura 3 podemos observar que a mayor presión se requiere mayor calor para llevar a cabo un cambio entálpico, en el agua y a menor presión atmosférica el cambio entálpico requiere menos energía. Esto se debe a la fuerza ejercida en las moléculas de agua para cambiar de estado; a mayor presión, mayor fuerza y mayor cantidad de calor es necesitado para el cambio de estado. Se consideró que el poder evitar aplicar calor concentrado y usar bajas temperaturas puede ser beneficioso para proteger la resina. Se hizo ebullir el agua emulsificada en la resina usando una bañía maría y temperaturas bajo 60°C utilizando un vacío parcial de 660 mm Hg .

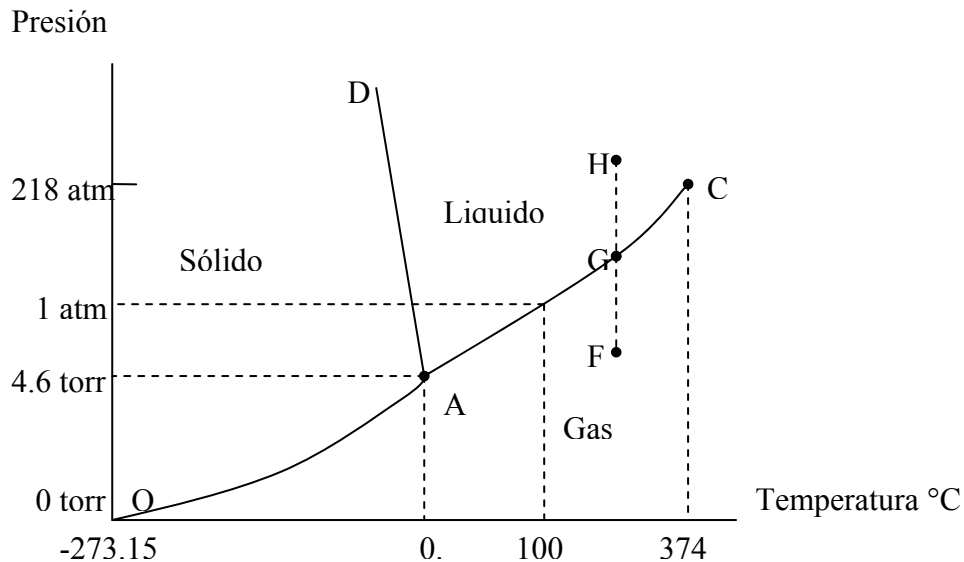


Figura 3. Transformaciones en cambio de fase [Universidad de Chile(2003)]

3.7.2 Materiales

- Bomba de vacío de
- Trampa de agua
- Bote de vidrio
- 2 Termómetros
- Kitasato
- 3 beakers de 1000 ml
- Mangueras de plástico
- Hornilla
- Reloj
- 2 termómetros

- 3 Tapones de Caucho
- 5 acoples de vidrio

3.7.3 Procedimiento para ensamble

1. Utilizando la manguera de plástico conectar la bomba de vacío con trampa de agua.
2. Esta trampa tiene que ser sellada con un tapón de neopreno para luego hacer dos orificios y colocar dos acoples de vidrio.
3. Utilizando las mangueras conectar el acople de vidrio libre con el kitasato, este tiene que tener ya un tapón de neopreno y un acople de vidrio.
4. Este kitasato se coloca dentro de un beaker de 1000 ml.
5. El beaker debe estar lleno de hielo hasta la mitad y el kitasato debe ser cubierto con hielo también.
6. Utilizando la manguera se hace pasar esta por un beaker de 1000 ml lleno de agua con hielo y luego se conecta con el recipiente de vidrio que contiene la resina.
7. Este recipiente debe estar en un baño maría.
8. Sostenido por un sobre un beaker de 1000 ml conteniendo 400 ml de agua el cual esta sobre un hornilla.

3.7.4 Procedimiento

1. Tomar muestra de 100 ml en beaker de 1000 ml para filtrar muestra con tamiz
2. Introducir muestra en bote de vidrio
3. Poner a calentar en baño maría (no dejar que baño maría pase de los 60° C)
4. Encender bomba de vacío cuando temperatura de baño maría llegue 50° C
5. Mantener a esa temperatura hasta que no se vea burbujeo y agitar ocasionalmente cada 5 min.

3.8 TRATAMIENTO DE CENTRIFUGACIÓN Y EBULLICIÓN AL VACÍO PARCIAL

3.8.1 Descripción

Este método se incluyó para remover el agua que no se pudo separar en el proceso de centrifugación, por falta de velocidad radial.

3.8.2 Materiales

- Centrifuga
- 200 ml de bálsamo
- Bolsas de polietileno
- Frascos de vidrio
- Bomba de vacío
- Trampa de agua
- Trampa de vapor(condensador)
- Bote de vidrio
- 2 beakers de 1000 ml
- Mangueras de plástico 0.5 cm de diámetro
- Hornilla
- Reloj
- 2 termómetros

3.8.3 Procedimiento

Luego de seguir el procedimiento de centrifugación, llevar a cabo tratamiento de ebullición con vacío parcial.

3.9 PORCENTAJE DE CINAMEÍNA

Para determinar el porcentaje de cinameína se utilizo el método USP XIII-1947 (anexo 8).

3.10 ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN EN CINAMENIA

Para determinar el índice de saponificación se utilizo el método USP XV- 1955 (anexo 9).

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se analizaron usando el programa SAS®. Se realizó un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%. La separación de medias de las variables evaluadas se hizo con la prueba Student Newman Keuls (SNK).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 TRATAMIENTOS

Los métodos de purificación, menos el de centrifugación, dieron como producto una resina libre de impurezas (agua o sólidos). El método de centrifugación no logró separar por completo la emulsión de agua bálsamo.

El método que mostró ser el más rápido para eliminar el agua emulsificada fue el de fuego directo (rapidez no es prioridad en la industria balsamera dado que este producto no es perecedero y se puede almacenar en barriles por mucho tiempo). El método más lento fue el de baño maría tomando alrededor de 8 horas, esto se debió a que la temperatura se mantuvo a 96°C.

Todos los métodos probados pueden ser implementados a nivel de industria, algunos con mayor facilidad y menor costo que otros y viceversa.

4.2 PORCENTAJE DE CINAMEÍNA

En el cuadro 7 podemos observar que el tratamiento de ebullición con vacío parcial fue superior con respecto ($P=0.006$) (Anexo3) a todos los otros tratamientos. El rango de porcentaje de cinameína nivel comercial es de 45 a 65%, si el bálsamo presenta niveles mas bajos que éstos su precio es penalizado. La mayoría de los tratamientos estaban debajo del rango aceptado, esto muestra que hubo cierta degradación, con excepción de ebullición con vacío parcial. Se esperaban que por ser la cinameína una sustancia volátil el tratamiento que no involucraba calor para purificar, tuviera el porcentaje más alto de cinameína; por carecer de una centrifuga de mayor velocidad no se pudo llegar a una separación completa, y no se puede afirmar con seguridad que este método está totalmente descartado. Aunque el tratamiento de ebullición con vacío parcial incluyó adición de calor éste se manejo a temperatura de 55°C y un baño María que amortiguaba el cambio de temperatura y la distribuía.

Cuadro7. Promedios de porcentajes de cinameína*

Promedios de porcentajes de cinameína				
Fuego directo				
	Baño maría	Centrifugación	Ebullición con vacío parcial	Centrifugación + Vacío
Prom	44.00 ^b			

* Promedios en la fila con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P<0.05$).

4.3 ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

El índice de saponificación para cinameína es el número de miligramos de hidróxido de potasio que se necesitan para neutralizar los ácidos libres y saponificar los esteres contenidos en un gramo de bálsamo (para este caso particular similar a grasas y aceites). Esta prueba en bálsamo se realiza para verificar si está adulterado con algún otro tipo de aceite. Mientras el índice de saponificación se mantenga en el rango de 230 a 240 no hay problemas de adulteración. No se realiza con mucha frecuencia por parte de los exportadores porque el porcentaje de cinameína es lo suficientemente concluyente. Sin embargo, esta prueba se realizó para verificar si la composición de la cinameína había sido degradada comparando la cantidad de ácidos libres y ésteres contenidos en ésta después de cada uno de los tratamientos.

Se cuantificó el índice de saponificación, el cual mostró una correlación con la cantidad de cinameína. Ambos valores se mostraron claramente superiores en la ebullición con vacío parcial ($P = 0.0001$)(ver cuadro 8 y Anexo 4). Estas tendencias son claras a pesar de que no están respaldadas por un alto número de repeticiones, las cuales estuvieron limitado por el presupuesto. Cada muestra tenía un alto costo (20 US\$).

El valor del índice de saponificación más alto (ebullición con vacío parcial) muestra que la cinameína tiene con este método mayor cantidad de esteres y de ácidos libres. De aquí se concluye que hubo menor degradación en la composición química de la resina. El único valor de índice de saponificación que estaba por debajo del rango permitido por la farmacopea fue el de centrifugación. Esto se debió a que parte de la cinameína fue perdida en la separación. Como la cinameína es menos densa que la resina se quedó en la capa emulsificada (ver figura No. 4) con el agua que no se pudo separar y fue depositada en otro recipiente.

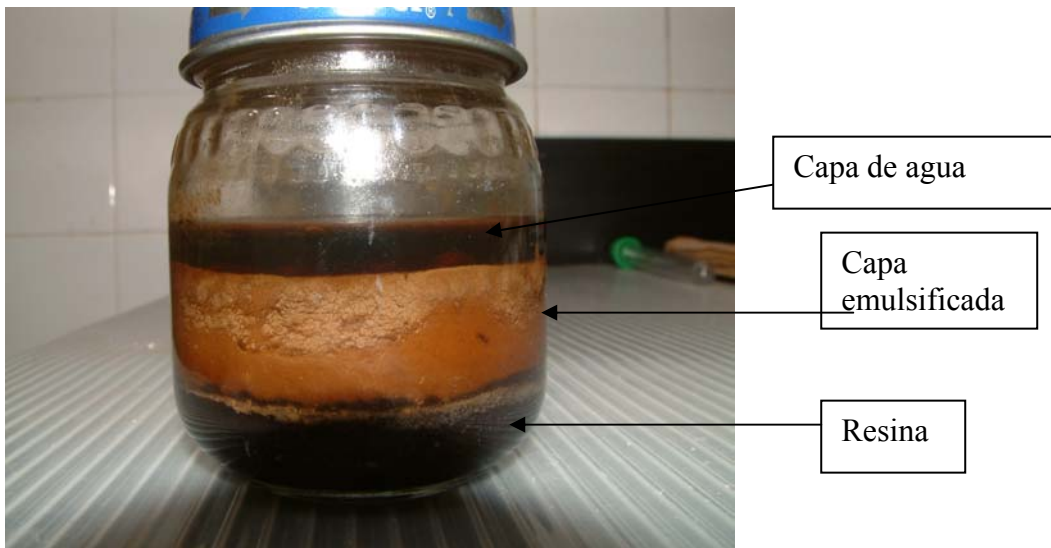


Figura 4: Separación de capas después de centrifugación.

Cuadro 8. Promedios de Índice de Saponificación*

Índice de saponificación				
Fuego directo				
	Baño maría	Centrifugación	Ebullición con vacío parcial	Centrifugación + Vacío
Prom	234.69 ^b			

* Promedios en la fila con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

5. CONCLUSIONES

Al evaluar las variables químicas de la resina producto de distintos métodos de procesamiento, se concluye que el mejor tratamiento fue el de ebullición con vacío parcial. Este tratamiento mostró tener mayor contenido de cinameína y al mismo tiempo su índice de saponificación fue el más alto.

La centrifugación a 4500 rpm no separa por completo la emulsión de bálsamo agua.

El porcentaje de cinameína no mostró diferencia significativa en los diferentes tratamientos con excepción de ebullición con vacío parcial que indicó un valor de 46.15%.

Las pruebas de separación de residuos sólidos no deseables (corteza, hojas y otros) mediante un tamizado previo a la eliminación del agua no sólo facilita el proceso de purificación sino que asegura una eliminación completa de ellos.

Todos los tratamientos menos centrifugación, están en el rango aceptable de índice de saponificación.

El bálsamo reduce su cantidad de cinameína al ser expuesto a todos los métodos analizados con excepción de ebullición a vacío parcial.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios con centrifugas de mayor velocidad radial a fin de lograr llegar a una separación total de el agua y la resina para poder concluir si este tratamiento es factible.

Realizar estudios para productos a partir de la resina y obtener así un mayor valor agregado.

Realizar estudios de diseño de equipo de purificación de la resina mediante evaporación al vacío.

Realizar un estudio en el cual se utilice un vacío completo para evaluar si hay diferencia con el vacío parcial .

Se recomienda brindar más apoyo a tesis en agroindustria no alimentaria ya que no se cuenta con un laboratorio para llevar acabo los experimentos con productos no alimentarios.

Se recomienda invertir en maquinaria como centrifugadoras de muy altas rpm.

7. BIBLIOGRAFÍA

Banco Central de Reserva. 2003 El Salvador Trade & Investment. En línea. Consultado 29 de enero 2003. Disponible en : www.elsalvadortrade.com.sv

Choussy, F. 1974. Cuaderno de Divulgación Agropecuaria del Banco Hipotecario. "Economía en la Industria Balsamera". El Salvador.

Faoaga, C.; Lobo, E.; Oliva, A. 1987. Elaboración de preparados farmacéuticos con propiedades repelentes a partir de la resina y la corteza procesada (estoraque) del *Myroxylon Balsamun* var. *Pereirae*. Trabajo de graduación presentado para optar al grado de Licenciado en Química y Farmacia en la Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

Mayorga, O; Jimenez, M. 1999. Bálsamo. Revista Forestal Centroamérica. CATIE Turrialba. Costa Rica.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Investigaciones Agronómicas, 1962, 1966. Levantamiento General de Suelos de la República de El Salvador.

Ministerio de Economía. 1978. Bálsamo de El Salvador Información General. Dirección de comercio Interno, Departamento de Fomento Comercial. El Salvador.

Montano, M. ; Pocasangre, C.; Portillo, J. 2001. Diseño de un Proceso de Extracción de Cinameína a partir del Bálsamo de el Salvador. Trabajo de graduación presentado para optar al grado de ingeniero Químico en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". Antiguo Cuzcatlán, El Salvador.

Navarrete, G. 1971. Mejoramiento de la producción de bálsamo en El Salvador. Trabajo de graduación presentado para optar al grado de Doctor en química industrial en la Universidad Nacional de El Salvador. San Salvador, El Salvador.

Parada, M. 1983. Desarrollo de un Proceso de Producción de Bálsamo de El Salvador utilizando una Extracción con alcohol Etílico. Trabajo de graduación presentado para optar al grado de Ingeniero Químico en la Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". Antiguo Cuzcatlán, El Salvador.

Rojas, A. 1998. Estudios Experimentales sobre el *Myroxylon Pereirae*. Universidad Nacional de Costa Rica. San José, Costa Rica.

Universidad de Chile. 2003. Transformaciones en cambio de fase. En línea. Consultado el 2 de octubre 2003. Disponible en : www.cec.uchile.cl

United States Pharmacopoeial Convention Inc. 1990 The Pharmacopoeia of. The United States of America (U.S.P. XXII) Mack Printing Company, USA.

8. ANEXOS

Anexo 1. Extracción del bálsamo de pañal con etanol (Parada 1983).

El proceso diseñado para extraer el bálsamo de los pañales, se fundamenta en el hecho de que el bálsamo es 100% soluble en alcohol etílico(etanol) Por consiguiente, lo que se ha hecho en este proceso es poner en contacto el alcohol con los pañales, de manera que todo el bálsamo que contienen se solubilize en él y pueda así ser extraído en forma de una solución alcohólica de manera más rápida y sencilla que la tradicionalmente usada. Además el alcohol utilizado es recuperado al separarlo de la solución mediante evaporación, ya que el producto de interés, el bálsamo no debe presentar alcohol en su estado final. De esta manera ya no es necesario el proceso tradicional de purificación, ya que se espera que el bálsamo extraído por este método esté de punto comparado con el bálsamo purificado tradicionalmente.

Según lo anterior el proceso puede ser considerado en dos etapas:

- a, Extracción del bálsamo en pañales
- b, Obtención final del bálsamo y recuperación del alcohol.

Extracción del bálsamo en pañales.

De acuerdo a las referencias Treybal 1988 y McCabe 1995, este proceso de extracción de bálsamo con alcohol etílico puede considerarse como una lixiviación discontinua o semi continua, ya que el solvente se ha hecho fluir a través de una cama fija de pañales, hasta que el bálsamo que contienen es completamente separado de ellos, esto puede representarse, usando la terminología de las referencias ya citadas, de la siguiente manera:

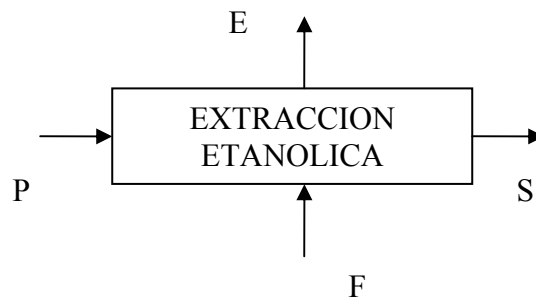


Figura Diagrama de flujo de proceso de extracción de bálsamo con alcohol etílico.

F: Flujo de alcohol etílico Este alcohol es anhidro al 99%, desnaturalizado con alcohol isopropílico (IPA) El sentido de este flujo es de abajo hacia arriba de la cama de pañales, ya que de esta forma se logra una inundación uniforme de la cama de pañales y se impide que se formen canales por los cuales fluya el solvente sin empapar todo el lecho, como en el caso de alimentar el alcohol por arriba.

P: Cantidad o carga de pañales a lixiviar. Estos pañales han sido pegados y despegados del árbol según el proceso tradicional, por consiguiente no existe uniformidad en lo referente a la cantidad de bálsamo que contienen, pues esta depende del material del pañal y de su tamaño y esto queda a criterio del balsamero. Sin embargo, se ha intentado cortarlos todos de un mismo tamaño y disponerlos en situación similar en la unidad separadora. Además existe otro factor que debe tomarse en cuenta: la época de pega de los pañales, ya que durante el verano los pañales se impregnan más de bálsamo (choussy 1950).

La carga de pañales utilizados siempre será la misma para cada extracción. Es conveniente destacar, además, que estos pañales no deben mantenerse mucho tiempo sin ser procesados después de despegarlos. Generalmente pueden mantenerse entre una y dos semanas en un lugar fresco y cerrado, aunque preferentemente deben ser sometidos a la extracción dentro de las siguientes 48 horas después de ser despegados. Esto se debe a que el bálsamo se evapora de los pañales cuando estos no se conservan adecuadamente, los balsameros sostienen que a los pañales que tienen mucho tiempo de despegados y que no se almacenan de acuerdo con las indicaciones anteriores se les extrae una pequeña cantidad de bálsamo.

S: Cantidad de pañales lixiviados. Después de realizada la extracción, los pañales se sacan de la unidad extractora mediante la aplicación de alguna presión, se obtiene cierta cantidad de solución alcohol-bálsamo aun aprovechable, que se une con la solución efluente que se ha recolectado durante la extracción.

Cuando estos pañales ya no contienen bálsamo, sino que solamente están impregnados de una pequeña cantidad de alcohol, que fácilmente se evapora a las condiciones ambientales. Por consiguiente, éstos pañales secos pueden ser reutilizados para una nueva pega.

E: Solución efluente de alcohol y bálsamo. Esta solución se obtiene como producto de la lixiviación y contiene el bálsamo que se ha logrado separar de los pañales.

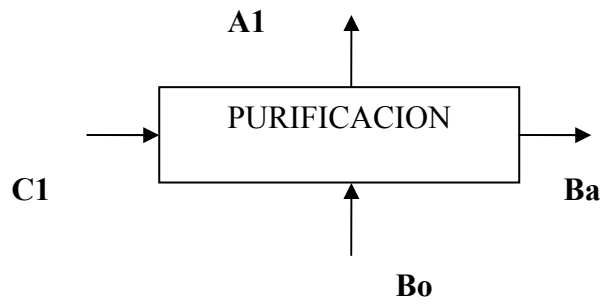
Obtención final de bálsamo y recuperación de alcohol.

La siguiente etapa es la recuperación del alcohol y la obtención del bálsamo que contiene la solución efluente mediante una recuperación cerrada al ambiente, a presión atmosférica, ya que prácticamente solo se evapora alcohol de la solución, mientras que los componentes del bálsamo, permanecen en ella. De acuerdo a los datos de la tabla sobre los puntos de ebullición de los principales componentes del bálsamo, se observa que la proporción de estos que se evapora, es despreciable, y por consiguiente, el proceso de separación correspondiente a estas condiciones es el de evaporación.

La calidad del bálsamo se mide en relación directa con la cantidad de cinameína. Según Parada (1983) el proceso anteriormente descrito es aproximadamente el doble de eficiente en cuanto al bálsamo obtenido, ya que su rendimiento es el 36% en peso, comparado con

el 18.7% del proceso tradicional. En cuanto a la calidad del bálsamo extraído, el contenido de cinameína (44%) es similar al del proceso tradicional (45-50%), pero no tubo aceptación por el mercado internacional.

Anexo 2. Balance de materia en purificación de bálsamo.



C1: Carga inicial: 412 lb.

A1: Agua que se evapora: se saca por diferencia de pesos: 40 lb.

Bo: Borras o impurezas: 1 lb.

Ba: Bálsamo de punto: 371 lb.

The SAS System 3
21:17 Monday, October 6, 2003

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for PCINA

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha 0.05
Error Degrees of Freedom 8
Error Mean Square 0.365415
Harmonic Mean of Cell Sizes 2.5

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	1.2467924	1.5449432	1.731434	1.8679032

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	TRT
A	46.1500	3	EVP
B	44.6333	3	BMA
B	44.0000	3	FDI
B	43.8100	2	CEN
B	43.4550	2	CVA

Anexo 4. Separación de medias en índice de saponificación

The SAS System 18:54 Monday, September 29, 2003 6

The GLM Procedure

Student-Newman-Keuls Test for INSAP

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate under the complete null hypothesis but not under partial null hypotheses.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	8
Error Mean Square	0.333673
Harmonic Mean of Cell Sizes	2.5

NOTE: Cell sizes are not equal.

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	1.1914112	1.4763184	1.6545256	1.784933

Means with the same letter are not significantly different.

SNK Grouping	Mean	N	TRT
A	240.1333	3	EVP
B	234.6867	3	FDI
C	231.5700	3	BMA
D	230.0300	2	CVA
D	228.9850	2	CEN

Clasificación Botánica

Reino:	Vegetal
División :	Fanerógama
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Sophoreas o Sofóreas
Familia:	Leguminosas
Sub-Familia:	Papilionáceas, Mimosáceas, Cesalpináceas
Genero:	Myroxylon
Especie:	Balsamum
Variedad:	Pereirae
Nombre científico:	Myroxylon Balsamun var. Pereirae
Nombre Común:	Bálsamo de EL Salvador, Bálsamo del Perú, Balsamito, Bálsamo de las Indias, Bálsamo del Tolú, Bálsamo Peruano, Baume de Tolú, Pau de Bálsamo

Fuente: (Rojas,1998)

Anexo 6. Ilustración de hojas, semillas e inflorescencias de el *Myroxylon balsamum*.



Myroxylon balsamum (L.) Harms var. *pereirae* (Royle) Harms
 Image processed by Thomas Schoepke
www.plant-pictures.de

Anexo 7. Estadísticas de Comercio Exterior Periodo 1997 hasta los primeros tres meses de enero.[www.ElSalvadortrade.com.sv]

desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS DEMÁS	CANADA	248	10
13019000	LAS DEMÁS	ESTADOS UNIDOS (U.S.A.)	865375	52276
13019000	LAS DEMÁS	NICARAGUA	430	10
13019000	LAS DEMÁS	COSTA RICA	2800	199
13019000	LAS DEMÁS	ALEMANIA OCCIDENTAL	557588	164515
13019000	LAS DEMÁS	BELGICA	51639	3402
13019000	LAS DEMÁS	ESPAÑA	15050	861
13019000	LAS DEMÁS	FRANCIA	382660	143326
13019000	LAS DEMÁS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	271625	16452
Total			2147415	381051

Estadísticas de Exportaciones (Año: 1998)

desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS DEMÁS	ESTADOS UNIDOS (U.S.A.)	544372	38613
13019000	LAS DEMÁS	HONDURAS	4000	500
13019000	LAS DEMÁS	NICARAGUA	3998	237
13019000	LAS DEMÁS	ALEMANIA OCCIDENTAL	441023	40466
13019000	LAS DEMÁS	ESPAÑA	23700	1380
13019000	LAS DEMÁS	FRANCIA	356266	35536
13019000	LAS DEMÁS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	236500	15971
Total			1609859	132703

Estadísticas de Exportaciones (Año: 1998)

desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS	ESTADOS UNIDOS	302841	25810

	DEMÁS LAS	(U.S.A.)		
13019000	DEMÁS LAS	MEXICO	1625	122
13019000	DEMÁS LAS	GUATEMALA	642	495
13019000	DEMÁS LAS	BRAZIL	4446	306
13019000	DEMÁS LAS	ALEMANIA OCCIDENTAL	148689	11355
13019000	DEMÁS LAS	ESPAÑA	24650	1681
13019000	DEMÁS LAS	FRANCIA	286266	24942
13019000	DEMÁS LAS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	162320	13359
13019000	DEMÁS LAS	SUIZA	157	5
13019000	DEMÁS	ISRAEL	24800	1814
Total			956436	79889

Estadísticas de Exportaciones (Año: 1998)

desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS DEMÁS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	97460	9199.91
13019000	LAS DEMÁS	FRANCIA	119748.48	11775.15
13019000	LAS DEMÁS	ESPAÑA	11812	861
13019000	LAS DEMÁS	ALEMANIA OCCIDENTAL	291634.78	28483.55
13019000	LAS DEMÁS	BRAZIL	4500	272
13019000	LAS DEMÁS	HONDURAS	5625	734
13019000	LAS DEMÁS	ESTADOS UNIDOS (U.S.A.)	136820.5	13721.92
Total			667600.76	65047.53

Desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	Año	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS	2001	REINO UNIDO -	169590	16240.37

	DEMÁS		INGLATERRA-		
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	FRANCIA	116335	10939.24
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	ESPAÑA	26337.5	2471
	LAS		ALEMANIA		
13019000	DEMÁS	2001	OCCIDENTAL	274262.24	37814.02
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	BRAZIL	4176	305.12
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	HONDURAS	2356.5	5000
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	GUATEMALA	38.4	40
	LAS				
13019000	DEMÁS	2001	MEXICO	3530	211.59
	LAS		ESTADOS UNIDOS		
13019000	DEMÁS	2001	(U.S.A.)	315064.09	34037.56
Total				911689.73	107058.9

Estadísticas de Exportaciones (Año: 1998)
desde la SubSubPartida = 13019000 hasta la SubSubPartida = 13019000 *

SubSubPartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
	LAS	ESTADOS UNIDOS		
13019000	DEMÁS	(U.S.A.)	99716.5	12042.13
	LAS			
13019000	DEMÁS	MEXICO	3260	219.67
	LAS			
13019000	DEMÁS	BRAZIL	9211.84	777.72
	LAS	ALEMANIA		
13019000	DEMÁS	OCCIDENTAL	269093.38	28406.86
	LAS			
13019000	DEMÁS	ESPAÑA	7800	654.43
	LAS			
13019000	DEMÁS	FRANCIA	91373.8	9620.91
	LAS	REINO UNIDO -		
13019000	DEMÁS	INGLATERRA-	164985	17526.27
Total			645440.52	69247.99

Estadísticas de Exportaciones (Mes: Enero y Año 200)
desde la Subsubpartida = 13019000 hasta la Subsubpartida = 13019000 *

Subsubpartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
---------------	-------------	------	------------------------	------------------

13019000	LAS DEMÁS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	27600	3260
13019000	LAS DEMÁS	ALEMANIA OCCIDENTAL	16800	1981.82
Total			44400	5241.82

Estadísticas de Exportaciones (Mes: Febrero y Año 2003)
desde la Subsubpartida = 13019000 hasta la Subsubpartida = 13019000 *

Subsubpartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS DEMÁS	CHINA	12250	2016
13019000	LAS DEMÁS	FRANCIA ALEMANIA	20003.76	2431.3
13019000	LAS DEMÁS	OCCIDENTAL	30005.64	3646.94
Total			62259.4	8094.24

Estadísticas de Exportaciones (Mes: Marzo y Año 2003)
desde la Subsubpartida = 13019000 hasta la Subsubpartida = 13019000 *

Subsubpartida	Descripción	País	Valor (US\$) F.O.B.	Volúmen (Kg.)
13019000	LAS DEMÁS	REINO UNIDO - INGLATERRA-	27600	3260
13019000	LAS DEMÁS	ALEMANIA OCCIDENTAL	17400	1970
13019000	LAS DEMÁS	MEXICO	1430	118.67
Total			46430	5348.67

Anexo 8. Determinación de cinameína en Bálsamo

Materiales

- Balanza analítica

- Hornilla (regulable para el calentamiento)
- Horno de conveccion mecánica
- Beaker de 50ml
- 2 Embudos para separación de 500ml

Reactivos

- Éter de petróleo pureza analítica:AR,ACS,P.A norma ISO
- (Mallinckrodt, J Beaker, Merck, Fisher etc)
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleina (indicador)

El método utilizado es adaptado de lo citado en la monografía de la 13ª edición de la Farmacopea de los EEUU.

- Mezclar la muestra.
- Pesar 1 g de muestra en beaker de 50 ml.
- Agregar 2.5ml de solución acuosa de hidróxido de sodio al 15% y agitar bien.
- Pasar a una ampolla de separación de 500 ml (No 1).
- Lavar el beaker con 5ml de agua bidestilada en 2 porciones.
- Hacer una primera extracción con 50 ml de éter de petróleo y agitar (15 minutos), dejar en reposo. Se forman 2 capas, la superior contiene la cinameína en solvente y la inferior se traslada a una ampolla de separación de 500 ml (No 2).
- Hacer una segunda extracción con 50 ml de éter de petróleo en la ampolla de separación (rotulada No 2) y agitar , dejar en reposo, eliminar la capa inferior y la superior trasladarla a la ampolla de separación (rotulada No 1).
- Lavar el solvente que contiene la cinameína con 50 ml de agua bidestilada, para eliminar los residuos de soda. Hacer 3 lavados y pruebas de Fenolftaleina. Si aparece un color rojo, hay que hacer mas lavados. En la ampolla el agua se deposita en la parte inferior y es eliminada.
- Pesar un beaker de 250ml de vidrio, tarar previamente a 105° C y depositar el solvente con cinameína.
- Eliminar el solvente en baño María a 60° C.
- Eliminar los residuos de agua en estufa a 100-105° C por media hora.
- Enfriar en desecador y pesar.
- El producto presenta un color amarillo claro poco viscoso.

$$\% \text{Cinameina} = \frac{\text{Diferencia de peso}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Anexo 9. Metodología de analisis de indice de saponificacion de la cinameína en el balsamo de El Salvador.

USP XV- 1955

PRINCIPIO: Índice de Saponificación para cinameína: es el número de miligramos de hidróxido de potasio, que se necesitan para neutralizar los ácidos libres y saponificar los esteres contenidos en un gramo de bálsamo (para este caso particular similar a grasas y aceites).

Materiales**Equipo**

- Balanza analítica
- Hornilla (regulable para el calentamiento)
- Baño de Maria
- Soportes
- Pinzas de extensión
- Pinzas de sostén
- Horno de conveccion mecánica
- Pinzas, desecador (conteniendo sílica gel con indicador de humedad)
- Agitador magnético
- Lámpara para iluminación (si es necesaria)
- Pinza para bureta.

Cristalería y Accesorios

- 2 Embudos para separación de 500ml
- Beaker de 50ml
- Beaker de 250ml
- Goteros de vidrio (varilla)
- Erlenmeyer de 250 ml con boca No. 8
- Tapón de neopreno No. 8
- Condensador de reflujo (tubo de 122 cm de longitud y de 7 mm de diámetro interno)
- Bureta de 25 ml
- Pipeta volumétrica de 25 ml
- Probeta de 25 ml
- Pipeta de mohr de 1 ml
- Balones volumétricos de 100 ml o 200 ml

Reactivos

- Éter de petróleo pureza analítica: AR,ACS,P.A norma ISO
- (Mallinckrodt, J Beaker, Merck, Fisher etc)
- Etanol absoluto pureza analítica: AR,ACS,PA norma ISO
- Ácido clorhídrico: pureza analítica: AR,ACS,PA norma ISO

- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína (indicador)

PREPARACION DE REACTIVOS

- Hidróxido de sodio T.S: Disolver 4 gramos de hidróxido de sodio en agua (libre de CO₂) y llevar a 100 ml.
- Fenolftaleína : disolver 1 gramo de Fenolftaleína en 100ml de etanol absoluto
- Acido Clorhídrico 0.5N; Titrisol(romper ampolla según indicada por el fabricante y llevar a volumen) 0.5N 1000 ml.
- Otra forma 18.230g de HCl (concentrado) para 1 litro de solución volumétrica 0.5N.
- Hidróxido de potasio 0.5N; disolver 2.8054g en etanol absoluto y llevar a 100ml (efectuarla en agitador magnético, ya que disolver el KOH es lento).

DETERMINACIÓN

Separación de Cinameína:

- Homogenizar previamente la muestra y pesar en beaker de 50 ml , 3 gramos de bálsamo.
- Medir en probeta 30 ml de Hidróxido de sodio T.S y mezclar con el bálsamo; ayudándole con un agitador para separar la cinameína y trasladar a ampolla de separación de 500ml.

Extracción de Cinameína

- Extraer la cinameína con 60 ml de éter de petróleo (medidos en probeta) y adicionar a la ampolla de separación que contiene la muestra patrón, la cual se agita por 12 – 15 minutos; teniendo cuidado de evitar las sobre presiones generadas durante la agitación.
- Dejar en reposo el tiempo necesario para separar las fases etérea y acuosa; finalmente descartar la fase acuosa y trabajar con la fase etérea que se filtra con papel filtro #41 o su equivalente.
- Del filtrado; tomar con pipeta volumétrica 50ml y trasladar a erlenmeyer de 250ml el cual utiliza tapón #8, el cual ha sido previamente tarado.
- Evaporado el éter a temperatura ambiente o utilizando baño de María a 70°C para acelerar el proceso.
- Secar en horno (con convección mecánica de preferencia calibrado a 100°C por 30 minutos.
- Sacar del horno el erlenmeyer que contiene la cinameína con ayuda de una pinza y dejarlo enfriar a temperatura ambiente en un desecador que contiene gel de sílice con indicador de humedad.
- Una vez frío a temperatura del laboratorio pesar y calcular la cantidad de cinameína extraída.

Gramos de cinameína extraída TEC-TEV

TEC: Tara de erlenmeyer con cinameína obtenida

TEV: Tara de erlenmeyer vacío

Saponificación

- Cantidad de cinameína extraída contenida en el erlenmeyer de 250ml (Boca para tapón No. 8) se le adiciona 25 ml de etanol absoluto (medida en probeta) para diluir.
- Seguidamente agregar 25 ml de KOH 0.5N(medida con pipeta volumétrica) y agitar manualmente.
- Tapar dicho erlenmeyer con un tapón de neopreno el cual consta de condensador de reflujo (tubo de vidrio insertado en el tapón No.8 cuya longitud es de 122cm y 7mm de Diámetro interno).
- Colocar dicho sistema armado (erlenmeyer con cinameína tapado con tampón No. 8 y condensador de reflujo en baño de María con temperatura $\pm 70^{\circ}\text{C}$ (hacerlo cuidadosamente)(en el dial del hot-plate se coloca entre 7-8).
- Dicho baño de maría ha sido previamente calentado.
- Dejar saponificar por 30 minutos (no menos) notar que el reflujo se observa en el condensador.
- Transcurrido los 30 minutos desmontar el sistema y dejar enfriar a temperatura para su posterior.

Titilación.

- Conducir paralelamente un blanco (25ml de etanol +25ml KOH 0.5N y montar el sistema igual que el ensayo)

Valoración Titrimetrica

Para cada muestra valorar el exceso de álcali (KOH 0.5N) presente con ácido clorhídrico 0.5N (bureta de 25ml utilizando como indicador 1ml de fenoftaleina TS).

Igualmente determínese la normalidad de la solución alcohólica de hidróxido de potasio del blanco de la misma manera que en el de la muestra.

Cálculos

Índice de saponificación de cinameína = $\frac{28.05(B-S)}{\text{gramos de muestra de cinameína extraída}}$
 (mg.KOH requerido para saponificar 1 g de bálsamo)

Donde B= ml de HCL0.5N requeridos para el blanco

S= ml de HCL 0.5N requeridos para la muestra

Tolerancias

El peso del residuo de cinameína obtenido no representa menos del 45%, ni más del 60% del peso del Bálsamo representado por los 50ml de la solución etérea empleada. (% de cinameína del Bálsamo).

$$\% \text{Cinameína} = \frac{\text{TEC} - \text{TEV}}{w} * 100$$

Donde TEC= Tara del erlenmeyer con Cinameína obtenida

TEV= Tara del erlenmeyer vacío

W= peso en gramos del bálsamo utilizado

ii) El volumen total de solución alcohólica 0.5N de Hidróxido de potasio consumida representa un índice de saponificación para la cinameína, no menor de 230 ni mayor de 240

Observación: al valorar o titular las muestras van decolorándose de morado turbio a violeta transparente, ya cerca del punto final hacerlo gota a gota para pasarse se agita enérgicamente hasta que decolora.

Punto final:

Muestra: Da un color amarillento de la cinameína

Blanco: Transparente e incoloro