



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE
HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE
CIPRÉS (*Cupressus lusitánica Mill.*) EN BASE A LAS EDADES DEL
CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO**

Rudy Armando Figueroa Rosales

Asesorado por el Ing. Mario José Mérida Meré
e Inga. Telma Maricela Cano Morales

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE
HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE
CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) EN BASE A LAS EDADES DEL
CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RUDY ARMANDO FIGUEROA ROSALES
ASESORADO POR EL ING. MARIO JOSE MÉRIDA MERÉ
E INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert de León Morales
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE
HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE
CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) EN BASE A LAS EDADES DEL
CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha mayo de 2013.


Rudy Armando Figueroa Rosales



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Guatemala, 20 de agosto de 2013

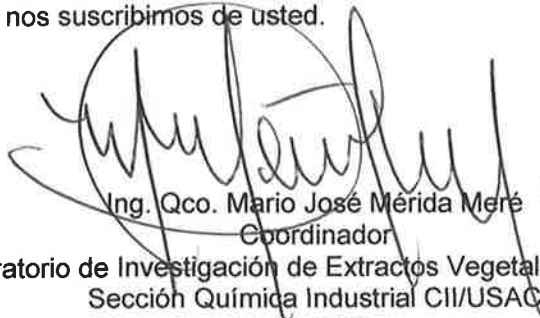
Ingeniero
V́ctor Manuel Monzón Valdez
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Ingeniero Monzón:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al informe final del trabajo de graduación titulado **“Evaluación del rendimiento extractivo por el método de hidrodestilación de aceite esencial obtenido de los hojas de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) en base a las edades del cultivar a escala laboratorio”**, del estudiante de Ingeniería Química Rudy Armando Figueroa Rosales quien se identifica con el carné número 2009-15250.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

Atentamente,


Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
Coordinador
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
Sección Química Industrial CII/USAC
Asesor




Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería / CII
Asesora





Guatemala, 19 de septiembre de 2013
Ref. EI.Q.TG-IF.057.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-032-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por el estudiante universitario: **Rudy Armando Figueroa Rosales.**

Identificado con número de carné: **2009-15250.**

Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO.**

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE CIPRÉS (*CUPRESSUS LUSITÁNICA* MILL.) EN BASE A LAS EDADES DEL CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por los Ingenieros Químicos: **Telma Maricela Cano Morales y Mario José Mérida Meré.**

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. César Alfonso García Guerra
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Periodo 2009 - 2015



ACAAI

Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **RUDY ARMANDO FIGUEROA ROSALES** titulado: "**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE CIPRÉS (CUPRESSUS LUSITÁNICA MILL.) EN BASE A LAS EDADES DEL CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre 2013

Cc: Archivo
VMMV/de

Universidad de San Carlos
de Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 733 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica Mill.*) EN BASE A LAS EDADES DEL CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO**, presentado por el estudiante universitario **Rudy Armando Figueroa Rosales**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 23 de octubre de 2013

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Padre celestial que me ha dado la vida y la oportunidad de alcanzar este triunfo.
Mis padres	Rudy Figueroa e Ileana Rosales, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi vida, que este triunfo sea una satisfacción a sus esfuerzos.
Mi hermano	Carlos Figueroa Rosales, que comparta esta alegría y sepa que siempre puede contar conmigo.
Mis abuelos	Laureano Rosales, Carlota Rodríguez, Armando Figueroa, María Arreaga, por su amor y apoyo incondicional
Mis tías	Roxana Rosales, Zulma Figueroa, Orfa Figueroa, Noelia Figueroa, por su apoyo en los momentos necesarios
Mis familiares en general	Con mucho cariño.

Mi novia

Eloisa Márquez, por su inspiración y apoyo incondicional en todo momento.

Mis amigos

Wellington Vásquez, Willmer Vásquez, Servio Sierra, José Aguilar, Wagner Monterroso, Edwin Saravia, Pablo Aldana, Ivonne Soto, Lourdes Castillo. Por su gran apoyo y amistad

Mis asesores

Ing. Mario Mérida e Inga. Telma Cano. Por bríndame su apoyo en la culminación de mi carrera.

Mi revisor

Ing. César Alfonso García. Por bríndame su tiempo para guiarme en mi trabajo de graduación.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme los conocimientos para poder desenvolverme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por formar en mí a un nuevo profesional.
LIEXVE	Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales de Ingeniería. Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación.
Universidad del Valle de Guatemala	Por darme la oportunidad de realizar parte de los análisis del trabajo de graduación
Centro Universitario Ciudad Vieja	Por haberme permitido vivir una autentica vida universitaria fomentándome una verdadera convivencia entre amigos.
Mis asesores	Ing. Mario Mérida e Inga. Telma Cano. Por bríndame su apoyo en la culminación de mi carrera.
Mi revisor	Ing. César Alfonso García. Por orientarme en mi trabajo de graduación

**Licda. Ana Luisa
Mendizabal**

Por brindarme su apoyo en la realización en la parte de análisis en la fase experimental de mi trabajo de graduación

Sr. Fernando Maza

Por su apoyo en la obtención de la materia prima de mi trabajo de graduación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Determinación del problema.....	3
1.3.1. Definición.....	4
1.3.2. Alcances y delimitaciones.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Aceites esenciales.....	7
2.1.1. Origen de los aceites esenciales	8
2.1.2. Historia de los aceites esenciales.....	8
2.1.3. Función de los aceites esenciales	9
2.1.4. Localización de los aceites esenciales en la planta.....	9
2.1.5. Propiedades fisicoquímicas	9
2.1.6. Composición química	10
2.1.7. Propiedades farmacológicas.....	11
2.1.8. Clasificación.....	12

2.1.9.	Aplicaciones	13
2.1.10.	Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales	13
2.1.10.1.	Cromatografía en fase gaseosa	14
2.1.10.2.	Índice de Refracción de los aceites esenciales	14
2.1.10.3.	Cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas	15
2.2.	Extracción de los aceites esenciales.....	15
2.2.1.	Hidrodestilación.....	15
2.2.1.1.	Extracción de materia prima por medio de hidrodestilación.....	16
2.2.1.2.	Equipo Neoclevenger	17
2.2.1.3.	Ventajas de la hidrodestilación.....	20
2.3.	El ciprés	20
2.3.1.	Descripción botánica	21
2.3.1.1.	Brotos.....	22
2.3.1.2.	Hojas	22
2.3.1.3.	Flores	22
2.3.1.4.	Frutos	22
2.3.1.5.	Especies forestales del ciprés	23
2.3.2.	Hábitat.....	23
2.3.3.	Historia	24
2.3.4.	Agricultura	24
2.3.5.	Usos	25
2.3.6.	Distribución en Guatemala	26
2.3.7.	Composición química y principios activos	27
2.3.8.	Propiedades del aceite esencial de ciprés	27

3.	MARCO METODOLÓGICO	29
3.1.	Variables.....	29
3.1.1.	Variables independientes	31
3.1.2.	Variables dependientes	32
3.2.	Delimitación de campo de estudio	33
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	34
3.4.	Recursos materiales disponibles	35
3.5.	Técnicas cuantitativas y cualitativas	36
3.5.1.	Preparación de la materia prima.....	38
3.5.2.	Granulometría del material vegetal.....	39
3.5.3.	Obtención del aceite esencial a escala laboratorio por hidrodestilación.....	39
3.5.4.	Índice de Refracción	41
3.5.5.	Porcentaje de humedad en las hojas del ciprés	42
3.5.6.	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS)	43
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información	43
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	46
3.8.	Diseño experimental.....	50
3.9.	Análisis estadístico	50
3.9.1.1.	Media de las muestras.....	51
3.9.1.2.	Desviación estándar	51
3.9.1.3.	Comparación y análisis estadístico de las medias experimentales de los porcentajes extractivos de aceite esencial de ciprés	52

4.	RESULTADOS.....	55
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	81
6.	PRESUPUESTO.....	93
	CONCLUSIONES.....	97
	RECOMENDACIONES	99
	BIBLIOGRAFÍA.....	101
	APÉNDICES.....	103
	ANEXOS.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Neoclevenger	19
2.	Diagrama de flujo del proceso.....	37
3.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años	56
4.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años	57
5.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años	59
6.	Rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar.....	60
7.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años	61
8.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años	62
9.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años	64
10.	Porcentaje del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar	65
11.	Índice de Refracción en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar.....	73
12.	Contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar.....	78
13.	Rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción y edad del ciprés.....	79

TABLAS

I.	Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.) 1	29
II.	Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.) 2	30
III.	Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.) 3	30
IV.	Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.) 4	31
V.	Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.) 5	31
VI.	Porcentaje de humedad relativa del material fresco	44
VII.	Granulometría	44
VIII.	Datos de la extracción del aceite esencial de ciprés por el método de hidrodestilación	45
IX.	Índice de Refracción	45
X.	Porcentaje de humedad del ciprés de 5 años	46
XI.	Porcentaje de humedad del ciprés de 10 años	46
XII.	Porcentaje de humedad del ciprés de 15 años	47
XIII.	Granulometría del ciprés de 5 años	47
XIV.	Granulometría del ciprés de 10 años	47
XV.	Granulometría del ciprés de 15 años	48
XVI.	Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 30 minutos de hidrodestilación.....	48
XVII.	Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 60 minutos de hidrodestilación.....	48
XVIII.	Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 90 minutos de hidrodestilación.....	49

XIX.	Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 120 minutos de hidrodestilación	49
XX.	Índice de Refracción obtenido por hidrodestilación	49
XXI.	Componentes del aceite esencial de ciprés obtenido por hidrodestilación.....	50
XXII.	Experimento de dos factores.....	52
XXIII.	Análisis de varianza para el experimento de dos factores con n-réplicas	53
XXIV.	Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 5 años.....	55
XXV.	Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años	56
XXVI.	Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 10 años.....	57
XXVII.	Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años	58
XXVIII.	Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 15 años.....	58
XXIX.	Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años	59
XXX.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años.....	60
XXXI.	Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años	61
XXXII.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años.....	62
XXXIII.	Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años	63

XXXIV.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años	63
XXXV.	Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años.....	64
XXXVI.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 30 minutos	65
XXXVII.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 60 minutos	66
XXXVIII.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 90 minutos	66
XXXIX.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 120 minutos	67
XL.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 30 minutos	68
XLI.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 60 minutos	68
XLII.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 90 minutos	69
XLIII.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 120 minutos	69
XLIV.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 30 minutos	70
XLV.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 60 minutos	70
XLVI.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 90 minutos	71
XLVII.	Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 120 minutos	71
XLVIII.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 5 años.....	72

XLIX.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 10 años ...	72
L.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 15 años ...	73
LI.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos.....	74
LII.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos.....	74
LIII.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos.....	74
LIV.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos.....	75
LV.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos.....	75
LVI.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos.....	75
LVII.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos.....	76
LVIII.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos.....	76
LIX.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos.....	76
LX.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos.....	77
LXI.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos.....	77
LXII.	Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos.....	77
LXIII.	Modelo matemático del rendimiento volumétrico del aceite esencial	79
LXIV.	Obtención de materia prima	93

LXV.	Procesamiento de materia prima	93
LXVI.	Extracciones a escala laboratorio	94
LXVII.	Análisis fisicoquímicos	94
LXVIII.	Publicidad, impresión y encuadernación.....	94
LXIX.	Costos totales	95

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar
\bar{X}	Media aritmética.
ml	Mililitros
min	Minutos
N.C	Nivel de confianza
No.Cas	Número de Caso
%	Porcentaje
SSE	Suma de cuadrados para el error
SSA	Suma de cuadrados para tratamientos A
SSB	Suma de cuadrados para tratamientos B
SST	Suma de cuadrados totales
t	Tiempo

GLOSARIO

Aceite esencial	Es una mezcla de varias sustancias químicas (terpenos), que son biosintetizadas por las plantas, estas proporcionan el aroma característico de las plantas y ciertos extractos de origen animal.
Alfa-pineno	Es un compuesto orgánico de la clase de terpeno, uno de los dos isómeros de pineno. Se trata de un alqueno que contiene un anillo de cuatro miembros reactivos, se encuentra presente en las especies coníferas.
Antiséptico	Son sustancias antimicrobianas, que se aplican a un tejido vivo o sobre la piel para reducir la posibilidad de infección, sepsis o putrefacción.
Cromatografía	Es un método físico formado por técnicas basadas en la retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.
Cromatograma	Resultado gráfico de la cromatografía.
Follaje	Conjunto de hojas y ramas de un árbol, arbusto o planta.

GC-MC	Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas.
Granulometría	Proceso para determinar la proporción en que participan los granos en función de sus tamaños. A esta proporción se le llama gradación del suelo.
Hidrodestilación	Es el proceso para obtener el aceite esencial de alguna materia prima vegetal, mediante el uso de vapor saturado a presión atmosférica.
Índice de Refracción	Es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio homogéneo.
Isopreno	Compuesto orgánico cuyo nombre corresponde a 2-metil -1,3 –butadieno. A temperatura ambiente, es un líquido incoloro muy volátil.
Liposoluble	Sustancia soluble en grasas, aceites y otros solventes orgánicos no polares.
Monoterpeno	Constan de dos unidades de isopreno (10 carbonos)
Tamiz	Utensilio que se utiliza para separar partes finas de las gruesas de algún material en específico, está formado por una tela metálica o rejilla tupida sujeta por un aro.

Terpenos

Son hidrocarburos complejos, de la serie del isopreno, están formados por dos dobles enlaces y que unidos por cadenas orgánicas, forman un grupo de compuestos con características propias.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se evaluó y obtuvo el rendimiento extractivo y volumétrico del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), obtenido de las hojas en base a 3 edades del cultivar, mediante el aprovechamiento de los productos forestales utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio. Con base en los resultados obtenidos del estudio extractivo obtenido, se determinó el contenido de α -pineno presente en cada muestra, Índice de Refracción y un modelo matemático que relaciona el rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción.

Para poder realizar el estudio, se obtuvo la materia prima necesaria, ésta es proveniente de la finca Xejolón, ubicada en el municipio de Patzún, del departamento de Chimaltenango. Posteriormente se procedió a separar las hojas de las ramas y frutos del ciprés, para poder realizar un estudio granulométrico y así poder establecer un tamaño de partícula de las hojas para poder realizar las extracciones de hidrodestilación.

Una vez obtenido el aceite esencial, se procedió a determinar y evaluar el rendimiento extractivo y volumétrico de éste, seguidamente se realizó un análisis de cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas, con el objetivo de determinar el contenido de α -pineno para las 3 edades evaluadas.

Por último, se determinó si existía una diferencia significativa del porcentaje de rendimiento extractivo, volumétrico y el contenido de α -pineno en función de la edad del cultivar de la especie estudiada.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento extractivo y el contenido de α -pineno del aceite esencial obtenido de las hojas de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), con base en las edades del cultivar por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Específicos

1. Evaluar, determinar e identificar el rendimiento extractivo y volumétrico obtenido del aceite esencial de ciprés con base en la edad del cultivar y en función del tiempo de hidrodestilación.
2. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de ciprés obtenido de las 3 diversas edades de la especie forestal.
3. Evaluar el contenido de α -pineno obtenido del aceite esencial de ciprés con base en la edad del cultivar y en función del tiempo de hidrodestilación.
4. Elaborar un modelo matemático del rendimiento extractivo volumétrico con base en la edad del cultivar y en función del tiempo de hidrodestilación.

HIPÓTESIS

El porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés, y el contenido de α -pineno (*Cupressus lusitánica* Mill.), varían significativamente con base en las edades del cultivar utilizada.

Hipótesis estadística

- Hipótesis Nula (H_0):
 - H_{01} : el porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés, no varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{03} : el porcentaje de rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés, no varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{03} : el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés, no varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{04} : el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés, no varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.

- Hipótesis Alternativa (H_a):
 - H_{i1}: el porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés, varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{i2}: el porcentaje de rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés, varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{i3}: el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés, varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.
 - H_{i4}: el Índice de refracción del aceite esencial de ciprés, no varía significativamente según la edad de la especie forestal utilizada y el tiempo de extracción.

INTRODUCCIÓN

El ciprés (*Crupressus lusitánica* Mill.), es una especie forestal nativa de Guatemala, ésta posee una amplia distribución por la cadena montañosa de la Sierra Madre, que se extiende desde la frontera con México hacia el oriente y la región nororiental del país.

Por la gran diversidad vegetal que se encuentra en el altiplano guatemalteco, las especies forestales constituyen un recurso de suma importancia, debido a la basta existencia de las diversas especies, por tal razón, la disponibilidad de obtención de este tipo de materia forestal, es de bastante viabilidad.

Hoy en día, el ciprés se utiliza generalmente en los hogares de áreas rurales del país con el objetivo de proveer energía y calor, según las necesidades de la población. Para poder poseer tal fuente de energía, se talan los abetos desmedidamente, dejando sin uso el follaje de los árboles, tal subproducto forestal es útil para la realización de diversos estudios, entre los cuales se puede mencionar; la obtención de aceites esenciales, caracterización botánica de la especie forestal, entre otros.

Debido a que los aceites esenciales han adquirido gran importancia en la actualidad, su uso es de suma importancia en una amplia gama de industrias; tales como la cosmética, fitofarmacéutica, aromaterapia. Por tal razón, es de vital importancia evaluar la obtención del aceite esencial de ciprés.

Para evaluar la obtención del aceite esencial de ciprés, éste trabajo de investigación pretende implementar el uso del método de extracción de hidrodestilación, con el objetivo de determinar el porcentaje de rendimiento extractivo, volumétrico, contenido de α -pineno e índice de refracción y comparar los resultados obtenidos con respecto a las 3 edades de ciprés evaluadas y los tiempos de extracción.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

En Guatemala, las propiedades del árbol de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) han sido muy poco estudiadas y explotadas, por esta razón la utilización de este árbol para muchos, es usar su madera en la construcción y como un combustible doméstico en países en vías de desarrollo.

Probablemente, el principal factor ha sido que este árbol no ha tenido un impacto socioeconómico significativo en el país, ya que su utilización principal, es como un combustible doméstico. Entre los principales estudios realizados al ciprés se encuentran:

- 2010 Sara L. Hassanzadeh realizó el estudio: Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill). Tal estudio se realizó en Monteverde, Costa Rica. En tal estudio se obtuvo el aceite esencial de las hojas por el método de hidrodestilación, se analizaron por cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas. Los resultados obtenidos mostraron que el aceite esencial de la hoja, poseía un total de 49 compuestos en donde los componentes principales fueron α -pineno (40% -82%), limoneno (4% -18%), acetato de isobornilo (hasta 10%) y cis-4-muurolo (14), 5 - dieno (hasta 7%).
- En 2006, Kuate J.R. realizó la investigación: Composición química y propiedades antidermatofíticas del aceite esencial de las hojas, flores y

frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.). En este estudio se realizó una extracción de dicho aceite utilizando el método típico de extracción de hidrodestilación, y a este se le determinó su composición química mediante una cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Según este estudio, los componentes principales obtenidos fueron el α -pineno, linalol y β -caryophyleno, umbellulone y germacreno, en donde el componente principal corresponde al α -pineno, con un porcentaje del (64,5%).

- En 2005, Cinthya Patricia Ortiz Quiroa, realizó la investigación: Obtención y comparación fisicoquímica a nivel laboratorio del aceite esencial de laurel de dos diferentes especies (*Litsea guatemalensis* Mez. Y *Litsea glaucescens* HBK.) Colectadas en 3 diferentes lugares, dicho estudio se realizó en la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En tal estudio, se obtuvo y se compararon las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de laurel de 2 diferentes especies a nivel laboratorio por el método de hidrodestilación.

1.2. Justificación

Guatemala es un país con una gran biodiversidad de especies forestales, su localización geográfica es privilegiada debido a que permite que sea un hábitat de importantes especies forestales.

La diversidad vegetal que se encuentra en el altiplano guatemalteco, la cual está conformada por la cadena montañosa de la Sierra Madre, que se extiende desde la frontera con México hacia el oriente y la región nororiental del país, constituye un recurso de suma importancia, debido a que el 34,56 por

ciento del territorio nacional, constituye la superficie boscosa de la nación, del cual el 3,5 por ciento de la superficie corresponde a las coníferas, familia a la que pertenece el ciprés.

Sin embargo, esta diversidad es una ventaja que no ha sido aprovechada para promover un desarrollo económico sustentable, entre otras cosas porque no se han planteado programas y estudios productivos que promuevan el aprovechamiento sostenible y rentable de esta biodiversidad.

En el medio, los bosques son explotados con el único fin de obtener madera (eucalipto, pino, ciprés, entre otros) provocando de esta manera una gran cantidad de hojas, ramillas y frutos, a los cuales no se les da ninguna utilidad, es ahí donde se encuentra un alto potencial que se puede aprovechar para poder obtener productos derivados de este, tal como el aceite esencial y demás sustancias derivadas de estos.

En vista de la problemática que se pone a consideración, es importante aprovechar los productos forestales de plantaciones de ciprés para evaluar la obtención y caracterización fisicoquímica de su aceite esencial, el cual se obtendrá por el método de hidrodestilación.

1.3. Determinación del problema

A continuación se presenta la definición, alcances y delimitación del trabajo de investigación correspondiente a la obtención del aceite esencial de ciprés con base en 3 edades del cultivar:

1.3.1. Definición

Es de vital importancia estudiar el ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), la cual es una especie forestal nativa guatemalteca, para poder evaluar y caracterizar fisicoquímicamente su aceite esencial mediante el rendimiento extractivo y su contenido de α -pineno. Esto tiene como objetivo incentivar la investigación de nuevos campos científicos en Guatemala tomando en consideración los recursos naturales que este posee.

1.3.2. Alcances y delimitaciones

En los alcances y delimitaciones del trabajo de investigación, se definen las características más importantes del tema así como sus respectivas limitaciones, estas son:

- Alcances

La presente investigación tomará en cuenta el estudio y análisis de la información referente a las hojas del árbol de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), para lo cual se tomó en consideración las variables que actúan como medio para obtener los diversos porcentajes de rendimiento, así como la presencia de α -pineno con respecto a las edades de los árboles estudiados.

- Delimitaciones

Para poder realizar el presente estudio, se obtuvo y caracterizó el aceite esencial de 3 diversas edades de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio. En tal estudio, se evaluó y comparó el rendimiento extractivo obtenido del aceite en base a las diversas

edades estudiadas, y a la vez se evaluó la calidad del aceite por medio de los componentes activos que éste posee mediante las diversas técnicas cuantitativas, entre las cuales se puede mencionar la cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites esenciales

Son mezclas homogéneas de compuestos químicos orgánicos, provenientes de una misma familia química, terpenoides. Tiene la propiedad en común, de generar diversos aromas agradables y perceptibles al ser humano. A condiciones ambientales, son líquidos menos densos que el agua, pero más viscosos que ella. Poseen un color en la gama del amarillo, hasta ser transparentes en algunos casos.

Son inflamables, no tóxicos, aunque pueden provocar alergias en personas sensibles a determinados terpenoides. Son inocuos, mientras la dosis suministrada no supere los límites de toxicidad, sufren degradación química en presencia de la luz solar, aire, calor, ácidos y álcalis fuertes, generando oligómeros de naturaleza indeterminada. Son solubles en los disolventes orgánicos comunes. Casi inmiscibles en disolventes polares asociados (agua, amoníaco). Tienen propiedades de solvencia para los polímeros con anillos aromáticos presentes en su cadena.

Los terpenoides son una familia de hidrocarburos oxigenados o no, con uno o varios anillos insaturados y con la presencia de 10 carbonos en su estructura. Tiene una baja presión de vapor a condiciones ambientes: 200 a 300 Pascales. Si carecen de átomos de oxígeno, son casi insolubles en agua y en el caso contrario, su solubilidad es mayor, pero aún baja con respecto a otros compuestos análogos; son inestables fotoquímicamente.

2.1.1. Origen de los aceites esenciales

Desde las primeras civilizaciones, el hombre utilizó los aceites esenciales para celebrar actos fúnebres de embalsamamiento, así como en la medicina y cosmética. Estos aceites se extraían de materia vegetal, generalmente de distintas partes de la planta; tales como las flores, hojas, la raíz, resina que exudan, cáscara de los frutos, entre otros.

2.1.2. Historia de los aceites esenciales

La utilización de aceites esenciales y el conocimiento de sus propiedades curativas, se remontan a las civilizaciones chinas y egipcias, están consideradas algunas de las formas más antiguas de medicina y cosmética. A partir de la extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas; los egipcios hacían pomadas verdaderamente milagrosas. Los aceites esenciales se utilizaban para embalsamar a los muertos, para fines espirituales, medicinales y cosméticos.

Los griegos también comprendieron los efectos milagrosos del aroma de ciertas flores y plantas. Adquirieron la mayor parte de sus conocimientos a través de los egipcios, que eran excelentes conocedores de sus propiedades. El médico Hipócrates, considerado el padre de la medicina, recomendaba muchas veces masajes con aceites esenciales y en sus escritos hace referencia a un vasto número de plantas medicinales.

Los romanos y más tarde los árabes, perfeccionaron los conocimientos adquiridos a través de las civilizaciones que los precedieron hasta la actualidad, en donde se siguen utilizando en la industria cosmética, farmacéutica.

2.1.3. Función de los aceites esenciales

En general, la función biológica de los aceites esenciales sigue estando poco clara. Es probable que tengan un papel ecológico. Se han establecido experimentalmente el papel de alguno de ellos como inhibidores de la germinación, protección contra los depredadores y atracción de polinizadores.

2.1.4. Localización de los aceites esenciales en la planta

Se pueden encontrar localizados en diferentes partes de la planta, por ejemplo: en las hojas (albahaca, menta, romero), en las raíces (valeriana, cálamo), en la corteza (canela, sándalo), en las flores (jazmín, rosa) en la cáscara del fruto (limón, mandarina, naranja), en los frutos (anís, cardamomo, hinojo).

2.1.5. Propiedades fisicoquímicas

Los aceites esenciales son líquidos a temperatura ambiente, muy raramente tienen color y su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sazafrán o de clavo constituyen excepciones). Tienen un Índice de Refracción elevado. Solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero le comunican el aroma, son arrastrables por el vapor de agua, solubles en aceites fijos o grasas.

Las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales o esencias son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas, que prácticamente pueden encontrarse solo una; como por ejemplo, en la gaulteria, en la cual del 98 al 99 por ciento de su esencia, se encuentra compuesto de salicilato de metilo y la esencia de canela contiene más del 85 por ciento de

cinamaldehído o más de 30 compuestos como en la de jazmín o en la de manzanilla.

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

2.1.6. Composición química

Actualmente se han identificado alrededor de 400 componentes químicos constituyentes de los aceites esenciales. La mezcla compleja que integra los aceites esenciales, pertenecen de manera casi exclusiva a grupos característicos distintos: el grupo de los terpenos, el grupo de los compuestos derivados del fenilpropano, los terpenos originarios del ácido acético y otros como los compuestos procedentes de la degradación de terpenos.

Los monoterpenos y sesquiterpenos, son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos. De acuerdo con su estructura se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos. Algunos ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos son:

- Monoterpenosacíclicos: linalol, nerol, geraniol.
- Monoterpenosmonocíclicos: p-mentano, 1,4-Cineol, 1,8-Cineol.
- Monoterpenoides bicíclicos: carano, cis-carano y trans-carano.
- Sesquiterpenos: Farnesol, nerolidol.

2.1.7. Propiedades farmacológicas

Están relacionadas con ciertas propiedades físicas y químicas asociadas a efectos de fármacos sobre el organismo, y efectos del organismo sobre el fármaco. Los aceites esenciales poseen las siguientes:

- Antisépticos
- Irritantes
- Digestivos
- Antiespasmódicos
- Sedantes

Se han hecho estudios frente a distintas bacterias (*Thymus vulgaris*, *streptococcus pyogenes*, *staphylococcus aureus*). Los más activos son los aceites con fenoles. *Scherichya Coli*. Se ha demostrado su actividad frente a hongos productores de micosis (*candida albicans*), en este caso, también la presencia de fenoles aumenta su actividad.

En general, dentro de los aceites esenciales los de menor actividad son los cetónicos, los fenoles son 20 veces más activos. Entre algunas plantas cuyo aceite esencial posee un fuerte poder antiséptico se tienen:

- Tomillo
- Ajedrea
- Pino
- Lavanda
- Eucalipto

Usados sobre todo en afecciones respiratorias. Otros como el clavo o el hisopo lo son también.

Los aceites esenciales tienen otras propiedades medicinales que ayudan a mitigar afecciones, como por ejemplo; tracto respiratorio: que sirven como expectorantes, facilitando la expulsión de secreciones; son digestivos ya que estimulan la secreción salival (aumentan el apetito), estimulan la secreción gástrica; disminuyen el tono y contracciones; entre otras cosas.

2.1.8. Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican con base en diferentes criterios, esta clasificación se hace a partir de su consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios del aceite.

Según la consistencia, se dividen en:

- Esencias fluidas: líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.
- Oleorresinas: líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.

Según su origen pueden ser:

- Naturales: se obtiene directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.
- Artificiales: se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus componentes.
- Sintéticas: mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Y por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

- Monoterpenoides
- Sesquiterpenoides
- Compuestos oxigenados

2.1.9. Aplicaciones

De los más de 3 000 aceites esenciales analizados, se ha encontrado que más de 200 tienen un alto valor comercial y se utilizan ampliamente en diferentes ramas de la industria: alimentos, jabones, ambientadores, perfumes, cosméticos, licores, insecticidas, fármacos, entre otros.

Son empleados como aromatizantes y/o saborizantes, como ingredientes de algunos preparados farmacéuticos o son base de perfumes y productos cosméticos finos, desodorantes, lociones, jabones líquidos, pastas dentífricas. Algunos de los aceites esenciales poseen propiedades insecticidas y funguicidas y se utilizan en los preparados especiales.

2.1.10. Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales

La caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales, es fundamental para un aceite, debido a que con base en estos parámetros, se determinan las diferentes características, tanto químicas como físicas que posee un aceite esencial en específico.

2.1.10.1. Cromatografía en fase gaseosa

Es una técnica que permite la separación de sustancias volatilizables. La separación tiene como base la distribución diferencial de las sustancias entre una fase estacionaria, sólida o líquida y una fase móvil.

La muestra es introducida en una columna que contiene la fase estacionaria, a través del sistema de inyección. Temperaturas apropiadas en el sitio de la inyección y en la columna, posibilitan la volatilización de los componentes de la muestra, los cuales de acuerdo con sus propiedades y las de la fase estacionaria, son retenidos por tiempos variables y llegan al final de la columna en tiempos diferentes. Un detector adecuado a la salida de la columna, permite la detección y la cuantificación de las sustancias.

La cromatografía en fase gaseosa, es una técnica de análisis que ofrece resoluciones excelentes, con sensibilidad del orden de miligramos a picogramos. Los resultados son cuantitativos y se obtienen en un espacio de tiempo relativamente corto. Las desventajas son: los componentes de las muestras deben ser estables a la temperatura de operación, las muestras tienen que ser volátiles; es necesario hacer un tratamiento preliminar de las muestras, lo que convierte el proceso en difícil y complejo, además que su eficacia no es muy alta, como una técnica para las identificaciones cualitativas.

2.1.10.2. Índice de Refracción de los aceites esenciales

Cuando un haz de luz, que se propaga por un medio ingresa a otro distinto, una parte del haz se refleja, mientras que la otra sufre una refracción, que consiste en el cambio de dirección del haz. Para esto el Índice de

Refracción del material, que sirve para determinar la diferencia entre el ángulo de incidencia y el de refracción del haz (antes y después de ingresar al nuevo material). El Índice de Refracción es una magnitud exclusiva de cada aceite esencial y que cambia si se diluye o mezcla con otras soluciones.

2.1.10.3. Cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas

La cromatografía de gases, se emplea cuando los componentes de la mezcla son volátiles o semivolátiles y térmicamente estables a temperaturas de hasta 350-400 grados Celsius. A menudo la cromatografía de gases se emplea para confirmar de la presencia o ausencia de un compuesto en una muestra determinada. Por otra parte, la espectrometría de masas, puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente.

2.2. Extracción de los aceites esenciales

Para extraer los aceites esenciales, se pueden utilizar diversos métodos que tienen como finalidad extraer el aceite, entre los principales métodos a estudiar se mencionan los siguientes:

2.2.1. Hidrodestilación

La hidrodestilación o destilación del material vegetal por medio del arrastre del aceite esencial, con vapor de agua; es un procedimiento ampliamente utilizado debido al sencillo equipo necesario y a su gran versatilidad a la hora de

aplicarlo a una gran diversidad de materiales vegetales ubicados en el país.

Su principal inconveniente es la alta temperatura de operación, esto lo hace inapropiado para aquellos aceites esenciales con componentes sensibles al calor, además una operación incorrecta de este método, puede producir un aceite esencial de baja calidad y con un aroma a quemado o tostado.

En la amplia gama de los aceites esenciales, se denomina hidrodestilación a la destilación de materia vegetal por medio de vapor de agua. El vapor de agua arrastra el aceite esencial que contiene la materia vegetal a ser extraída. En realidad, los aceites esenciales tienen un punto de ebullición superior al del agua, pero la mezcla de aceite esencial más agua, presenta un punto de ebullición inferior, por tal razón, puede ser destilada.

Al pasar por el condensador, los vapores se enfrían, condensan y se transforman en un líquido formado por 2 fases inmiscibles, una orgánica, aceite esencial, y otra acuosa, que para algunos aceites esenciales contiene cierta cantidad de esencia, comúnmente llamado hidrolato.

La fase orgánica, formada por el aceite esencial, se separa fácilmente de la acuosa al tener distinta densidad y ser inmiscibles. Normalmente la fase orgánica formada por el aceite esencial, es la fase menos densa y se encuentra sobre la fase acuosa, aunque hay excepciones.

2.2.1.1. Extracción de materia prima por medio de hidrodestilación

La materia prima vegetal, es cargada en un hidrodestilador, de manera que forme un lecho fijo compacto, Su estado puede ser molido, cortado, entero o la combinación de estos. El vapor de agua es inyectado mediante un

distribuidor interno próximo a su base y con la presión suficiente para vencer la resistencia hidráulica del lecho.

La generación de vapor es interna, debido a que la unidad de extracción de aceite esencial es calentada por medio de una manta de calentamiento hacia un balón. Conforme el vapor entra en contacto con el lecho, la materia prima se calienta y va liberando el aceite esencial contenido y este, a su vez, debido a su alta volatilidad se va evaporando. Al ser soluble en el vapor circundante, es arrastrado corriente arriba, hacia el tope del hidrodestilador. La mezcla vapor saturado y aceite esencial, fluye hacia un condensador, mediante una prolongación curvada del conducto de salida del hidrodestilador. En el condensador, se obtiene una emulsión líquida inestable, la cual es separada en un decantador dinámico. El proceso termina cuando el volumen del aceite esencial acumulado en el decantador no varíe con el tiempo, generalmente el tiempo necesario para terminar el proceso de extracción del aceite esencial corresponde a 2 horas.

2.2.1.2. Equipo Neoclevenger

El equipo comúnmente conocido, es el denominado Neoclevenger, este es usado en una infinidad de laboratorios y considerado en varios estándares internacionales, como el más adecuado para la obtención de aceite esencial por medio hidroddestilación. La extracción de aceite esencial por hidroddestilación por medio del equipo Neoclevenger, es un método muy utilizado, actualmente es uno de los principales métodos a nivel laboratorio.

La hidroddestilación por medio del Neoclevenger, funciona de la siguiente manera: (ver figura 1).

- El material vegetal finamente molido es colocado en un balón con una cantidad conocida de agua, en donde por medio de una manta de calentamiento la mezcla sólido-líquido se calienta hasta el punto de ebullición, en donde los componentes activos del aceite y el agua se evaporan de forma continua.
- Por esta parte del equipo, la mezcla vapor aceite-agua sube hasta llegar al condensador.
- Es aquí donde la mezcla de vapor aceite-agua se condensa y se separa debido a la diferencia de densidades, quedando así 2 fases, una compuesta por el aceite y la otra por agua, conocida como hidrolato.
- En este espacio del equipo, se determina el volumen de aceite obtenido por medio de la extracción de hidrodestilación, su escala de volumen a medir es de 1 mililitro.
- Estos espacios corresponden a la entrada y salida de agua del condensador. El agua que pasa a través del condensador se mantiene a una temperatura de 5 grados Celsius, la cual fluye por medio de una bomba.
- El equipo posee un pequeño tapón de vidrio, cuya función es evitar la formación de vacío dentro del mismo, creando un sistema de ventilación.
- Forma parte del sistema de recirculación del equipo y a la vez cumple con la función de crear el nivel de referencia. Por cada gota de aceite-hidrolato cae una gota de agua hacia el balón donde se encuentra el material vegetal a ser extraído.

Figura 1. **Neoclevenger**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.- (LIEXVE)-. Sección Química Industrial. CII/USAC.

Entre las ventajas del equipo a escala laboratorio, se puede mencionar su simplicidad y flexibilidad para trabajar con aceites de diferente densidad y naturaleza. Entre sus desventajas cabe recalcar que el tiempo de extracción, es muy largo comparado con el usado industrialmente, debido a que se busca agotar todo el aceite contenido en la planta.

2.2.1.3. Ventajas de la hidrodestilación

Esta técnica de extracción posee ciertas ventajas sobre los otros métodos, estas se derivan del fácil manejo y control del equipo, y de los buenos resultados obtenidos en comparación con las demás técnicas, estas ventajas son:

- Buenos rendimientos en el aceite extraído
- Bajo costo
- Obtención del aceite puro, libre de solvente
- Tecnología no sofisticada

2.3. El ciprés

Es una conífera de hojas perennes, de la familia de las cupresáceas la cual pertenece al grupo de las gimnospermas, ésta especie forestal se ha naturalizado en todas las regiones templadas, esta especie puede crecer de forma espontánea y dispersa.

- Etimología

Posiblemente del provenzal *ciprés*, y este del latín tardío *cypressus*.

- Nombre

El nombre científico del ciprés nativo de Guatemala es: *cypressus lusitánica* Mill.

- Nombres populares
 - Ciprés lusitánico
 - Ciprés de Portugal
 - Ciprés mejicano

- Taxonomía
 - Reino: plantae
 - División: pinophyta
 - Clase: pinopsida
 - Orden: pinales
 - Familia: cupressaceae
 - Género: cupressus
 - Especie: cupressusLusitanica

2.3.1. Descripción botánica

Cupressus lusitánica Mill. Es una especie forestal que puede alcanzar los 20 metros de altura con un diámetro aproximado de 60 centímetros. Posee un tronco recto y de corteza delgada en la que se forman fisuras longitudinales. Sus hojas son muy pequeñas (2-6 mm de longitud) y tienen forma de escama. Su crecimiento es rápido en los primeros años de vida, volviéndose lento después de unos años, pueden alcanzar los 300 años de vida.

2.3.1.1. Brotes

Los brotes son hojas muy pequeñas, con escamas muy pegadas al brote, están dispuestas por todos los lados de las ramas, siendo redondos o casi cuadrados.

2.3.1.2. Hojas

Son escamiformes, delgadas, aplanadas, con punta obtusa, deprimidas, imbricadas, de color verde oscuro mate, sin glándulas resiníferas. Inflorescencias masculinas terminales, solitarias o en grupos y las femeninas formando conos axilares.

2.3.1.3. Flores

Las flores masculinas son de forma oval (4-8 mm) en el extremo de las ramillas, las flores femeninas se encuentran en conos solitarios o en grupos formadas de 8 o 14 escamas opuestas.

2.3.1.4. Frutos

Son conos escamosos, de un color verdoso que al madurar pasan a un color pardo rojizo o marrón, estos poseen un alto contenido de aceite esencial, es en ésta parte del ciprés donde el aceite se preserva más debido a que se encuentra encerrado dentro del fruto.

2.3.1.5. Especies forestales del ciprés

Esta especie se ha propagado a lo largo del mundo, y es conocida por una gran diversidad de nombres científicos basados en las formas de sus hojas, frutos, brotes y flores, a la vez basados en el lugar de hábitat en donde fueron encontrados.

- *Cupressus cashmeriana* Ciprés de Bután
- *Cupressus chengiana* Ciprés de Cheng
- *Cupressus duclouxiana* Ciprés de Yunnan
- *Cupressus dupreziana* Ciprés del Sahara
- *Cupressus atlántica* Ciprés de Marruecos
- *Cupressus funebris* Ciprés Llorón
- *Cupressus gigantea* Ciprés del Tibet
- *Cupressus abramsiana* Ciprés del Himalaya
- *Cupressus bakeri* Ciprés de Santa Cruz
- *Cupressus dística* Ciprés Sabino Mexicano

2.3.2. Hábitat

El ciprés (*cupressus lusitánica* Mill.) es una especie de amplia distribución por las montañas guatemaltecas, poco exigente en calor, resistente al frío y exigente en humedad. Se sitúa en el piso subalpino. En las áreas más lluviosas y con mayores fríos, se impone esta especie. El ciprés es nativo de Guatemala.

Se localiza preferentemente en las vertientes septentrionales y en las umbrías y los valles húmedos. Es endémica de Guatemala, entre los 1 400 y los 3 400 metros sobre el nivel del mar, en el límite superior de las nieblas más abundantes.

Indudablemente las cumbres pueden recibir precipitaciones suficientes, pero el viento puede ejercer un efecto inhibitor sobre el crecimiento de los árboles por su poder desecante, que es especialmente marcado en la época seca. Es posible que la temperatura no suponga una limitante tan marcada como el viento, para que la especie se distribuya a mayor altura, pues en otras latitudes los abetos crecen con temperaturas de 5 grados Celsius, mientras que en Guatemala se sitúa entre los 11 y 15 grados Celsius.

2.3.3. Historia

El ciprés común fue muy cultivado en el mundo greco-romano, convirtiéndose en un elemento común del jardín mediterráneo. Los griegos lo consideraban como símbolo de la belleza femenina, además de funerario.

A lo largo de la historia, aparece la madera de ciprés en la construcción naval. Alejandro Magno empleó ciprés de Chipre y Fenicia para construir la flota de Eúfrates. Durante el imperio otomano, se destruyeron gran parte de los bosques de cipreses de Anatolia y el norte de África, por el uso masivo de su madera en la construcción y renovación de las flotas.

2.3.4. Agricultura

Se obtiene principalmente por recolección en los campos de crecimiento silvestre en las regiones frías y montañosas del altiplano del país. Se recomienda su conservación o cuando menos su manejo en las regiones de crecimiento silvestre. Se propaga por semilla, no existen cultivos establecidos en el país.

2.3.5. Usos

Es un aceite práctico para el cuidado de la piel y el cabello, ya que estimula la circulación. Se añade a menudo a los remedios contra la celulitis y resulta excelente para mejorar el tono de toda la piel. Es astringente y se adapta a las pieles normales, mixtas y grasas.

Si es agregado a baños templados o aceites de masajes, estimula y reanima los músculos doloridos después de alguna actividad física. Si es aplicado mediante compresas frías, es útil en casos de venas varicosas y poros dilatados. Para problemas de menopausia empleado en un baño caliente.

Si se encuentra presente en el ambiente, ayuda con los problemas respiratorios y el asma. Es antiespasmódico y antiséptico, refrescante y balsámico. Combate la tristeza y la indecisión. Terapéuticamente se utiliza en gargarismos para la ronquera y dolor de garganta. Se inhala en casos de tos seca o convulsiva.

En la industria cosmética, es utilizado abundantemente por sus numerosas propiedades, ya que es un buen antiséptico y un estupendo vulnerario para la piel, por lo que aparece en la composición de colonias, perfumes o lociones. Tiene la propiedad de ser antiséptico, por lo que es utilizado para la elaboración jabones junto con aromas cítricos o leñosos como el pino y el sándalo. También combina bien con la lavanda, orégano y enebro. En adición, es utilizado como tónico capilar ya que frena la caída del cabello y estimula el crecimiento del mismo. En adición tiene la propiedad de ser antiséptico.

2.3.6. Distribución en Guatemala

El ciprés en Guatemala, ocupa una extensión de 381 980,19 hectáreas de bosques, estos se encuentran en áreas fragmentadas distribuidas en cultivos de esta especie y bosques naturales.

La región central del país, es la región montañosa. La cadena montañosa de la Sierra Madre se extiende desde la frontera con México hacia el oriente y la región nororiental del país. Está compuesta por numerosos conos volcánicos y mesetas, y se conoce como el altiplano de Guatemala. Es en esta región montañosa del centro del país, donde se encuentra el mayor número de ciprés existente en el país.

Es importante mencionar que las grandes extensiones de los cultivos del ciprés se encuentran en el altiplano occidental de Guatemala, donde áreas boscosas de ciprés han sido eliminadas por alta presión que ejercen las comunidades para cultivar las tierras, dejando pequeños parches de bosque o en algunos casos árboles dispersos.

Los departamentos y municipios en los que generalmente se desarrolla esta especie forestal son:

- Alta Verapaz
- Baja Verapaz
- Chimaltenango
- El Progreso
- Huehuetenango
- Izabal
- Jutiapa

- Petén
- Quetzaltenango
- Quiché
- San Marcos
- Sololá
- Totonicapán
- Zacapa
- Guatemala

2.3.7. Composición química y principios activos

El ciprés está compuesto de frutos, estos poseen aceite esencial (0,2-1%) el cual ésta compuesto principalmente de α -pineno, canfeno, cadineno, cedrol entre otros. Sus brotes tiernos poseen solo un 0,2 por ciento de aceite esencial, rico en pineno, cafeno, terpineol y cedrol.

Sus hojas poseen flavonoides, entre los cuales se pueden mencionar la amentaflavona y cupresuflavona,

2.3.8. Propiedades del aceite esencial de ciprés

El aceite esencial de ciprés, contiene ciertas propiedades que son de interés para el ser humano, debido a las diversas aplicaciones en diversas ramas, sus principales propiedades se describen a continuación.

- Hemostático, cicatrizante vasoconstrictor
- Antiespasmódico del aparato respiratorio
- Antirreumático
- Antiséptico

- Antibiótico
- Diurético

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Como resultado del estudio realizado y de la recopilación de los diversos trabajos de graduación de varias facultades y universidades; sobre los estudios realizados para la obtención del aceite esencial de ciprés, se trabajaron con las diversas variables que afectan la obtención del aceite esencial.

Tabla I. **Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) 1**

No	Variable	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
		Constante	Variable	Controlables	No controlables
1	Parte del árbol	X		X	
2	Altura sobre el nivel del mar	X		X	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección Química Industrial. CII/USAC.

Tabla II. **Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) 2**

No.	Variable	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
		Constante	Variable	Controlables	No controlables
1	Edad del árbol		X	X	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección Química Industrial. CII/USAC.

Tabla III. **Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) 3**

No	Variable	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
		Constante	Variable	Controlables	No controlables
1	Método de extracción	X		X	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección Química Industrial. CII/USAC.

Tabla IV. **Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) 4**

No.	Variable	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
		Constante	Variable	Controlables	No controlables
1	Tiempo de extracción		X	X	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección Química Industrial. CII/USAC.

Tabla V. **Definición operacional de las variables, para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) 5**

No.	Variable	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
		Constante	Variable	Controlables	No controlables
1	Tamaño de partícula	X		X	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección Química Industrial, CII/USAC.

3.1.1. Variables independientes

Para poder desarrollar el trabajo de investigación, se tomaron en cuenta ciertas variables de importancia, entre esas se pueden mencionar las edades

de cultivo del ciprés y el tamaño de partícula de la materia prima a extraer por medio de hidrodestilación, estas se definen a continuación.

- Edad del árbol de ciprés
 - 5 años
 - 10 años
 - 15 años

- Método de extracción utilizado
 - Hidrodestilación

- Tamaño de partícula
 - Tamiz No. Apertura (mm)
 - 8 2,360
 - 9 2,000
 - 12 1,680
 - 16 1,190
 - 20 1,180
 - 30 0,850

3.1.2. Variables dependientes

Las variables dependientes a evaluar en el trabajo de investigación, corresponden al rendimiento extractivo y volumétrico, el contenido de α -pineno y el índice de refracción, estas se detallan a continuación:

- Rendimiento extractivo obtenido del aceite esencial de ciprés
 - Método de Hidrodestilación: usando el aparato para extracción Neoclevenger como equipo.
- Contenido de α -pineno presente en aceite esencial de ciprés
 - Método de determinación de α -pineno: determinación de α -pineno por medio de una cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas
- Índice de Refracción del aceite esencial
- Componentes secundarios presentes en el aceite esencial

3.2. Delimitación de campo de estudio

Se refiere a la rama a la que pertenece el tema del trabajo de investigación, su industria y el proceso realizado para poder evaluar las variables dependientes ya descritas, ésta descripción se detalla a continuación:

- Área: aceites esenciales
- Industria: extracciones industriales
- Proceso: evaluación del rendimiento extractivo por el método de hidrodestilación de aceite esencial obtenido de las hojas de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) en base a las edades del cultivar a escala laboratorio.

- Etapa del proceso: determinación del rendimiento extractivo, volumétrico, presencia de α -pineno e índice de refracción del aceite esencial de ciprés a diferentes edades del cultivar.

- Localización
 - La materia prima para la obtención del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) se obtuvo en la finca Xejolón, ubicada en el municipio de Patzún, departamento de Chimaltenango, cuyas coordenadas geográficas son 14° 39' 20 ''.

 - Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad del Valle de Guatemala

- Extracción del aceite esencial

Se realizará en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales de Ingeniería (LIEXVE), Sección de Química Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC.

3.3. Recursos humanos disponibles

Para poder elaborar el trabajo de investigación del aceite esencial de ciprés, se necesitó de la colaboración de un investigador, así como de 2 asesores expertos en el tema de aceites esenciales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Investigador : Rudy Armando Figueroa Rosales
- Asesor : Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
- Co-asesora : Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales

3.4. Recursos materiales disponibles

En la parte experimental del trabajo de investigación, se utilizaron diversas herramientas, las cuales se pueden clasificar en equipo y material de vidrio comúnmente denominado cristalería.

- Cristalería
 - Balanza analítica digital BOECO de 120 voltios
 - Balanza de humedad BOECO de 120 voltios
 - Bomba hidráulica de recirculación VWR de 120 voltios
 - Cromatógrafo de gases con acoplamiento a espectrofotometría de masas
 - Equipo Neoclevenger
 - Manta de calentamiento Thermo Scientific de 200 Vatios
 - Molino
 - Refractómetro Fisher Scientific de 60 Hertz
 - Soporte y pinzas
 - Tamices. No. 8, 10, 12, 14, 16. 18, 20 y 30.

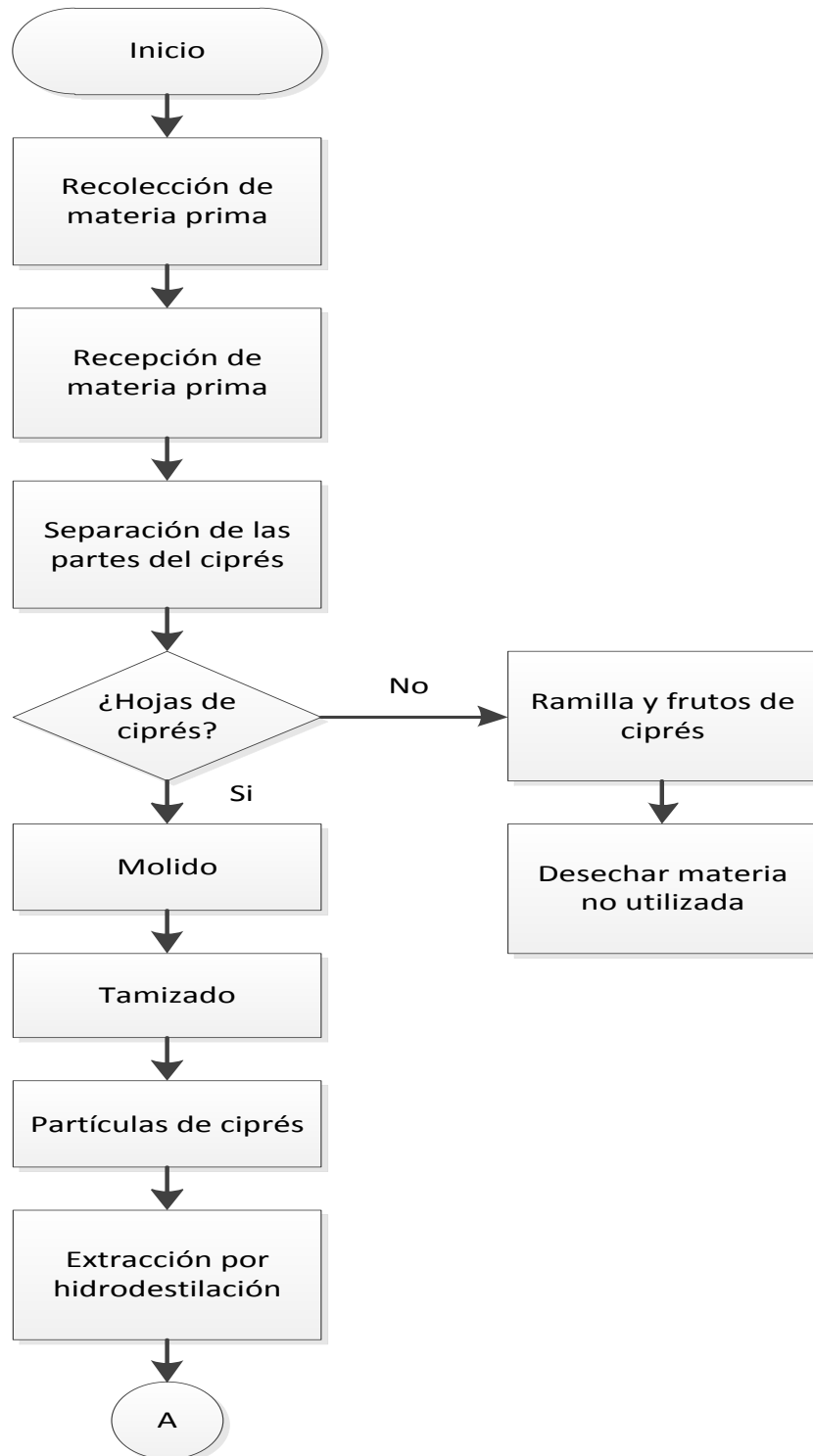
- Materia prima
 - 100 gramos de hojas de ciprés
 - 600 mililitros de agua destilada
 - Agua para la circulación en el refrigerante del equipo Neoclevenger
 - Hielo para condensar la mezcla de aceite esencial-agua

- Material y equipo auxiliar
 - Mangueras de plástico
 - Papel parafilm
 - Piseta plástica
 - Placa de calentamiento

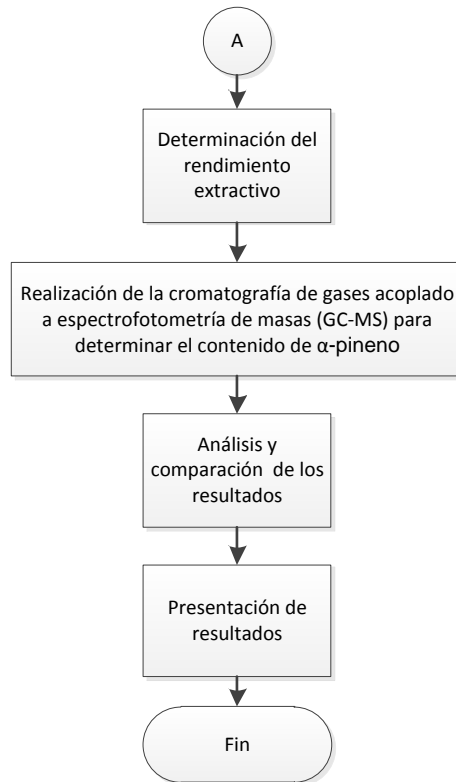
3.5. Técnicas cuantitativas y cualitativas

A continuación se presentan las técnicas cuantitativas y cualitativas, así como el diseño general utilizado para poder realizar el trabajo de investigación del aceite esencial de ciprés.

Figura 2. Diagrama de flujo del proceso



Continuación de la figura 2.



Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Preparación de la materia prima

Para poder realizar las extracciones por hidrodestilación para la obtención del aceite esencial de ciprés, se preparó la materia prima de tal forma que ésta fuese uniforme, este procedimiento se describe a continuación:

- Separar las hojas de las ramas de ciprés
- Reducir de tamaño las hojas por medio de un molino
- Tamizar la materia prima reducida utilizando tamices No. 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 30

3.5.2. Granulometría del material vegetal

La materia necesaria para poder realizar las extracciones de hidrodestilación, deben de poseer un tamaño de partícula específico, esto se logra mediante un tamizado utilizando varios tamices con diferentes tamaños de apertura, este procedimiento se describe a continuación;

- Se procederá a reducir el material vegetal por medio de un molino de cuchillas.
- El material vegetal reducido se coloca en los tamices no. 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 30.
- Se colocan los tamices en una tamizadora mecánica durante un tiempo de 5 minutos.
- Al finalizar el tiempo de tamizado, se pesa el material vegetal retenido en cada tamiz.
- Por último se determina el porcentaje de retención de cada tamiz.

3.5.3. Obtención del aceite esencial a escala laboratorio por hidrodestilación

En la obtención del aceite esencial de ciprés, se utiliza el equipo de extracción Neoclevenger, este equipo funciona mediante vapor saturado, en donde la materia prima está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor. El procedimiento utilizado se describe a continuación:

- Instalar el equipo Neoclevenger.
- Colocar la materia prima en el balón de 1 000 mililitros tratando de que no se quede adherido a las paredes del mismo.
- Agregar 600 mililitros de agua destilada, tratando de que ésta humedezca en la mayor proporción posible el material a trabajar.
- Acoplar el balón al equipo Neoclevenger.
- Colocar agua destilada en la región de descarga del equipo Neoclevenger, hasta el nivel adecuado.
- Colocar la banda hidráulica en un contenedor que contenga agua en un tanto de 10-15 grados Celsius.
- Encender la bomba hidráulica para recircular el agua dentro del condensador del Neoclevenger.
- Encender el manto de calentamiento para transferir calor al balón de 1 000 mililitros, ésta debe estar conectada a la máxima temperatura.
- Al iniciar la ebullición dentro del balón y una vez caída la primera gota de aceite esencial, se debe cronometrar el tiempo de la destilación.
- Se debe realizar la extracción del aceite en 30, 60, 90 y 120 minutos, para cada edad estudiada, realizando las corridas correspondientes.

- Una vez terminado el tiempo de destilación, se debe apagar el manto de calentamiento y permitir que se produzca el condensado.
- Medir el volumen de aceite esencial obtenido para cada una de las edades de ciprés extraídas.
- Recoger, de la región de descarga del Neoclevenger, el agua destilada y seguidamente descargar el aceite esencial que se encuentra en la parte superior de la región de descarga.
- Establecer la masa de un vial.
- Depositar el aceite esencial en el vial.
- Establecer de nuevo la masa del vial con el aceite esencial contenido y finalmente determinar el rendimiento extractivo obtenido.

3.5.4. Índice de Refracción

Las muestras de aceite esencial, se filtran a través de papel filtro para eliminar cualquier impureza y las trazas de humedad, el aparato a utilizar es el refractómetro, el procedimiento a seguir es el siguiente:

- Comprobar que el prisma del equipo esté limpio.
- Agregar 2 gotas de aceite esencial de ciprés por medio de una jeringa de 1 microlitros.

- Encender la lámpara por medio del interruptor en el lado izquierdo, posteriormente ajustar para asegurar el brillo adecuado en el prisma de medición.
- Observar por medio del ocular.
- Girar la perilla de compensación de color hasta observar una línea clara y definida en el campo de visión.
- Posteriormente se gira la perilla de medición alineando la línea de delimitación con respecto a las líneas de intersección, se ajusta claro y obscuro al centro.
- Mover la palanca de la parte inferior izquierda y leer en la escala el Índice de Refracción. Repetir el procedimiento en función del número de muestras a analizar.
- Registrar el Índice de Refracción.
- Leer el termómetro y registrar la temperatura.

3.5.5. Porcentaje de humedad en las hojas del ciprés

Este se determina por medio del secado de la especie forestal en una balanza de humedad a una temperatura máxima de 105 grados Celsius, en tal balanza se coloca un gramo de material.

3.5.6. Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS)

El aceite esencial obtenido de las hojas mediante el método de hidrodestilación, será almacenado en frascos color ámbar, tales muestras son refrigeradas para evitar que el aceite esencial se volatilice.

La cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, consiste en inyectar dentro del espectrómetro una cantidad igual a 0,2 microlitros de aceite esencial. En este método se produce la identificación de los compuestos presentes en el aceite esencial, por medio de iones que comparan su peso molecular con el del patrón utilizado y luego se gráfica en un cromatograma.

Los picos de un cromatograma indican un tiempo de retención, a estos se les asigna un área porcentual que indica una probabilidad de presencia de un componente en específico presente en la muestra, luego es identificado y nombrado en base a la librería contenida en el aparato.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Para la recolección de los datos necesarios para obtener el rendimiento extractivo del aceite esencial por medio del método de hidrodestilación, así como para la obtención de las diversas variables de respuesta tales como el Índice de Refracción, densidad, cromatografía de gases, se utilizaron los siguientes modelos de recolección.

Tabla VI. **Porcentaje de humedad relativa del material fresco**

Edad ciprés	Humedad material fresco (%)
5	$m_{H1,1}$
	$m_{H1,2}$
	$m_{H1,3}$
10	$m_{H2,1}$
	$m_{H2,2}$
	$m_{H2,3}$
15	$m_{H1,1}$
	$m_{H2,2}$
	$m_{H3,3}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Tabla VII. **Granulometría**

Edad ciprés	Mesh #8	Mesh #10	Mesh #12	Mesh #16	Mesh #18	Mesh #20	Mesh #30	Total
5	$\%_{m5,1}$	$\%_{m5,2}$	$\%_{m5,3}$	$\%_{m5,4}$	$\%_{m5,5}$	$\%_{m5,6}$	$\%_{m5,7}$	m_{T5}
10	$\%_{m10,1}$	$\%_{m10,2}$	$\%_{m10,3}$	$\%_{m10,4}$	$\%_{m10,5}$	$\%_{m10,6}$	$\%_{m10,7}$	m_{T10}
15	$\%_{m15,1}$	$\%_{m15,2}$	$\%_{m15,3}$	$\%_{m15,4}$	$\%_{m15,5}$	$\%_{m15,6}$	$\%_{m15,7}$	m_{T15}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla VIII. **Datos de la extracción del aceite esencial de ciprés por el método de hidrodestilación**

Edad ciprés	Agua utilizada (mL)	Volumen de extracto (mL)	Peso inicial (g)	Peso vial (g)	Peso vial + aceite (g)
5 años	$A_{m5,1}$	$V_{m5,1}$	$P_{0m5,1}$	$P_{vm5,1}$	$P_{em5,1}$
	$A_{m5,2}$	$V_{m5,2}$	$P_{0m5,2}$	$P_{vm5,2}$	$P_{em5,2}$
	$A_{m5,3}$	$V_{m5,3}$	$P_{0m5,3}$	$P_{vm5,3}$	$P_{em5,3}$
10 años	$A_{m10,1}$	$V_{m10,1}$	$P_{0m10,1}$	$P_{vm10,1}$	$P_{em10,1}$
	$A_{m10,2}$	$V_{m10,2}$	$P_{0m10,2}$	$P_{vm10,2}$	$P_{em10,2}$
	$A_{m10,3}$	$V_{m10,3}$	$P_{0m10,3}$	$P_{vm10,3}$	$P_{em10,3}$
15 años	$A_{m15,1}$	$V_{m15,1}$	$P_{0m15,1}$	$P_{vm15,1}$	$P_{em15,1}$
	$A_{m15,2}$	$V_{m15,2}$	$P_{0m15,2}$	$P_{vm15,2}$	$P_{em15,2}$
	$A_{m15,3}$	$V_{m15,3}$	$P_{0m15,3}$	$P_{vm15,3}$	$P_{em15,3}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla IX. **Índice de Refracción**

Edad ciprés	Índice de Refracción
5 años	$IR_{m5,1}$
	$IR_{m5,2}$
	$IR_{m5,3}$
10 años	$IR_{m10,1}$
	$IR_{m10,2}$
	$IR_{m10,3}$
15 años	$IR_{m15,1}$
	$IR_{m15,2}$
	$IR_{m15,3}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En base a los resultados obtenidos y recolectados en las diversas tablas, se obtuvieron los siguientes resultados, una vez completada la información necesaria, estos son:

Tabla X. **Porcentaje de humedad del ciprés de 5 años**

Corrida	Humedad material fresco (%)
1	$\%_{m5,1}$
2	$\%_{m5,2}$
3	$\%_{m5,3}$
Media	$\%_{m5}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XI. **Porcentaje de humedad del ciprés de 10 años**

Corrida	Humedad material fresco (%)
1	$\%_{m10,1}$
2	$\%_{m10,2}$
3	$\%_{m10,3}$
Media	$\%_{m10}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XII. **Porcentaje de humedad del ciprés de 15 años**

Corrida	Humedad material fresco (%)
1	$\%m_{15,1}$
2	$\%m_{15,2}$
3	$\%m_{15,3}$
Media	$\%m_{15}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XIII. **Granulometría del ciprés de 5 años**

No	Retenido 1 (%)	Retenido 2 (%)	Retenido 3 (%)	Retenido 4 (%)	Retenido 5 (%)	Retenido 6 (%)	Retenido 7 (%)	Total
	$\%R_{m5,1}$	$\%R_{m5,2}$	$\%R_{m5,3}$	$\%R_{m5,4}$	$\%R_{m5,5}$	$\%R_{m5,6}$	$\%R_{m5,7}$	m_{T5}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XIV. **Granulometría del ciprés de 10 años**

No	Retenido 1 (%)	Retenido 2 (%)	Retenido 3 (%)	Retenido 4 (%)	Retenido 5 (%)	Retenido 6 (%)	Retenido 7 (%)	Total
	$\%R_{m10,1}$	$\%R_{m10,2}$	$\%R_{m10,3}$	$\%R_{m10,4}$	$\%R_{m10,5}$	$\%R_{m10,6}$	$\%R_{m10,7}$	m_{T10}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XV. **Granulometría del ciprés de 15 años**

No	Retenido 1 (%)	Retenido 2 (%)	Retenido 3 (%)	Retenido 4 (%)	Retenido 5 (%)	Retenido 6 (%)	Retenido 7 (%)	Total
	%R _{m15,1}	%R _{m15,2}	%R _{m15,3}	%R _{m15,4}	%R _{m15,5}	%R _{m15,6}	%R _{m15,7}	m _{T15}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XVI. **Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 30 minutos de hidrodestilación**

Edad	5 años	10 años	15 años
Corrida	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)
1	% _{r5,1}	% _{r10,1}	% _{r15,1}
2	% _{r5,2}	% _{r10,2}	% _{r15,2}
3	% _{r5,3}	% _{r10,3}	% _{r15,3}
Media	% _{r5}	% _{r10}	% _{r15}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XVII. **Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 60 minutos de hidrodestilación**

Edad	5 años	10 años	15 años
Corrida	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)
1	% _{r5,1}	% _{r10,1}	% _{r15,1}
2	% _{r5,2}	% _{r10,2}	% _{r15,2}
3	% _{r5,3}	% _{r10,3}	% _{r15,3}
Media	% _{r5}	% _{r10}	% _{r15}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XVIII. Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 90 minutos de hidrodestilación

Edad	5 años	10 años	15 años
Corrida	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)
1	$\%r_{5,1}$	$\%r_{10,1}$	$\%r_{15,1}$
2	$\%r_{5,2}$	$\%r_{10,2}$	$\%r_{15,2}$
3	$\%r_{5,3}$	$\%r_{10,3}$	$\%r_{15,3}$
Media	$\%r_5$	$\%r_{10}$	$\%r_{15}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XIX. Rendimiento del aceite esencial de ciprés obtenido por 120 minutos de hidrodestilación

Edad	5 años	10 años	15 años
Corrida	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)	Rendimiento (%)
1	$\%r_{5,1}$	$\%r_{10,1}$	$\%r_{15,1}$
2	$\%r_{5,2}$	$\%r_{10,2}$	$\%r_{15,2}$
3	$\%r_{5,3}$	$\%r_{10,3}$	$\%r_{15,3}$
Media	$\%r_5$	$\%r_{10}$	$\%r_{15}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XX. Índice de Refracción obtenido por hidrodestilación

Edad	5 años	10 años	15 años
Corrida	Índice de Refracción	Índice de Refracción	Índice de Refracción
1	$IR_{m5,1}$	$IR_{m10,1}$	$IR_{m15,1}$
2	$IR_{m5,2}$	$IR_{m10,2}$	$IR_{m15,2}$
3	$IR_{m5,3}$	$IR_{m10,3}$	$IR_{m15,3}$
Media	IR_{m5}	IR_{m10}	IR_{m15}

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XXI. **Componentes del aceite esencial de ciprés obtenido por hidrodestilación**

Edad (5, 10, 15) años				
No.	Componentes	Area (%)	No. Cas	N.C (%)
1	$CO_{m1,edad}$	$AR_{m1,edad}$	$Cas_{m1,edad}$	$NC_{m1,edad}$
2	$CO_{m2,edad}$	$AR_{m2,edad}$	$Cas_{m2,edad}$	$NC_{m2,edad}$
3	$CO_{m3,edad}$	$AR_{m3,edad}$	$Cas_{m3,edad}$	$NC_{m3,edad}$
4	$CO_{m4,edad}$	$AR_{m4,edad}$	$Cas_{m4,edad}$	$NC_{m4,edad}$
5	$CO_{m5,edad}$	$AR_{m5,edad}$	$Cas_{m5,edad}$	$NC_{m5,edad}$
.
.
.
n+1	$CO_{mn,edad}$	$AR_{mn,edad}$	$Cas_{mn,edad}$	$NC_{mn,edad}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

3.8. **Diseño experimental**

Para la obtención y determinación del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de diversas edades, se utilizó la hoja fresca del ciprés. Para ello se empleó un diseño experimental completamente al azar, obteniendo como variable respuesta, el porcentaje de rendimiento extractivo. Se evaluaron 3 edades, 1 métodos de extracción, 3 repeticiones para cada una, con un resultado de 9 tratamientos.

3.9. **Análisis estadístico**

Para el análisis estadístico del aceite esencial de ciprés, se utilizó como variable respuesta el rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido. Para ello se realizarán 4 observaciones para cada una de las 3 edades estudiadas de

ciprés. Posteriormente a las muestras de aceite esencial de ciprés obtenidas, se les determinará el contenido de α -pineno para conocer la edad con mayor contenido de este compuesto.

3.9.1.1. Media de las muestras

La media de una muestra de una serie de datos de la fase experimental en el trabajo de investigación, basado en la extracción de aceite esencial de ciprés por medio de hidrodestilación, se determina mediante el siguiente modelo matemático.

$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

Ecuación No. 1

3.9.1.2. Desviación estándar

Para determinar el valor de la desviación estándar de una serie de datos de la fase experimental en el trabajo de investigación, basado en la extracción de aceite esencial de ciprés por medio de hidrodestilación, se utilizará la siguiente ecuación.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ecuación No. 2

3.9.1.3. Comparación y análisis estadístico de las medias experimentales de los porcentajes extractivos de aceite esencial de ciprés

El análisis estadístico de los datos obtenidos del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) se llevó a cabo por medio de un análisis de varianza por medio de un diseño de bloques distribuido al azar.

Tabla XXII. Experimento de dos factores

A	B				Total	Media
	30 min	60 min	90 min	120 min		
5 años	Y_{111}	Y_{121}	Y_{131}	Y_{131}	$T_{1..}$	$X_{1..}$
	Y_{112}	Y_{122}	Y_{132}	Y_{142}		
	Y_{113}	Y_{123}	Y_{133}	Y_{143}		
10 años	Y_{211}	Y_{221}	Y_{231}	Y_{241}	$T_{2..}$	$X_{2..}$
	Y_{212}	Y_{222}	Y_{232}	Y_{242}		
	Y_{213}	Y_{223}	Y_{233}	Y_{243}		
15 años	Y_{311}	Y_{321}	Y_{331}	Y_{341}	$T_{3..}$	$X_{3..}$
	Y_{312}	Y_{322}	Y_{332}	Y_{342}		
	Y_{313}	Y_{323}	Y_{333}	Y_{343}		
Total	$T_{.1.}$	$T_{.2.}$	$T_{.3.}$	$T_{.4.}$	$T_{...}$	
Media	$X_{.1.}$	$X_{.2.}$	$X_{.2.}$	$X_{.2.}$		$X_{...}$

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Donde:

T_i = Suma de las observaciones para el i-ésimo nivel del factor A

- $T_{.j}$ = Suma de todas las abn observaciones.
- $X_{i..}$ = Media de las observaciones para el i -ésimo nivel del factor A
- $X_{.j.}$ = Media de las observaciones para el j -ésimo nivel del factor B
- $X_{...}$ = Media de todas las abn observaciones
- A = Edades del cultivar del ciprés
- B = Tiempos de extracción del aceite esencial de ciprés

Tabla XXIII. **Análisis de varianza para el experimento de dos factores con n -réplicas**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada
Efecto principal				
A	SSA	$a-1$	$S^2_1 = SSA/a-1$	$f_1 = S^2_1/S^2$
B	SSB	$b-1$	$S^2_2 = SSB/a-1$	$f_2 = S^2_2/S^2$
Interacción de dos factores				$F_3 = S^2_3/S^2$
AB	SS(AB)	$(a-1)(b-1)$	$S^2_3 = SS(AB)/((A-1)(B-1))$	
Error	SSE	$ab(n-1)$	$S^2 = SSE/ab(n-1)$	
Total	SST	$abn-1$		

Fuente: RAYMOND, Walpole. Probabilidad y estadística. p. 581.

- Cálculo de la suma de cuadrados:

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n X^2_{ijk} - T^2_{...}/abn$$

Ecuación No. 3

$$SSA = \frac{\sum_{i=1}^a T^2_{i \dots}}{bn} - \frac{T^2 \dots}{abn}$$

Ecuación No. 4

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^b T^2 \cdot j}{an} - \frac{T^2 \dots}{abn}$$

Ecuación No. 5

$$SS_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T^2_{ij}}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T^2_{i \dots}}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^b T^2 \cdot j}{an} + \frac{T^2 \dots}{abn}$$

Ecuación No. 6

$$SSE = SST - SSA - SSB - SS(AB)$$

Ecuación No. 7

4. RESULTADOS

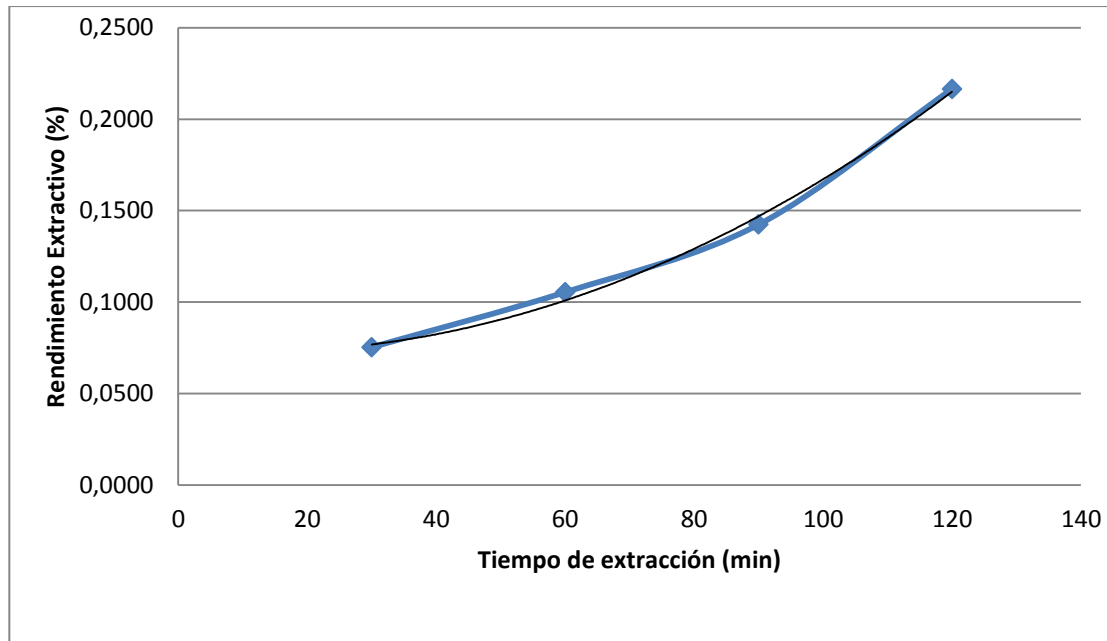
A continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación, en donde se dan a conocer los diversos rendimientos volumétricos y extractivos del aceite esencial de ciprés, así como su caracterización fisicoquímica y contenido de α -pineno a diversas edades del cultivar.

Tabla XXIV. **Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 5 años**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0,1179	0,0279	0,0802	0,0753	0,05
60	0,0859	0,1144	0,1159	0,1054	0,02
90	0,1213	0,1036	0,2022	0,1424	0,05
120	0,2255	0,2273	0,1965	0,2164	0,02

Fuente: elaboración propia, apéndice 3 y 4.

Figura 3. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$RE = 1E-05t^2 + 0,0003t + 0,0748$	0,998	30-120 min

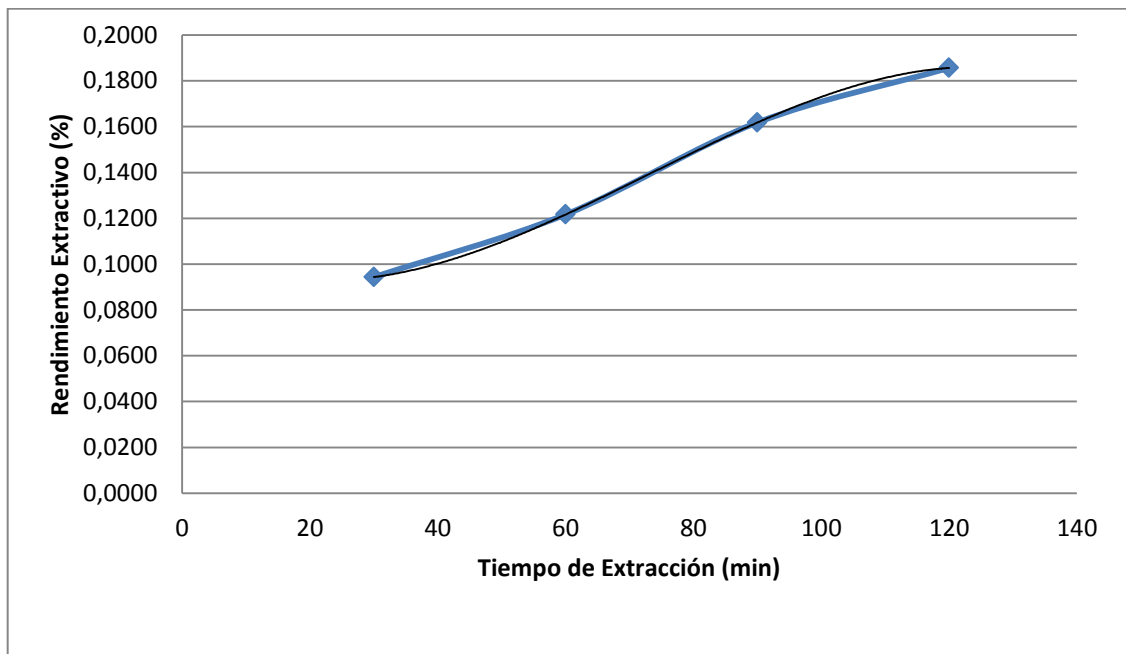
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XXVI. Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 10 años

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0,1030	0,0820	0,0980	0,0943	0,01
60	0,1270	0,1260	0,1120	0,1217	0,01
90	0,1560	0,1610	0,1680	0,1618	0,01
120	0,1870	0,1720	0,1980	0,1856	0,01

Fuente: elaboración propia, apéndice 3 y 4.

Figura 4. Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$RE = 4E-05t^2 - 0,0015t + 0,1089$	0,954	30-120 min

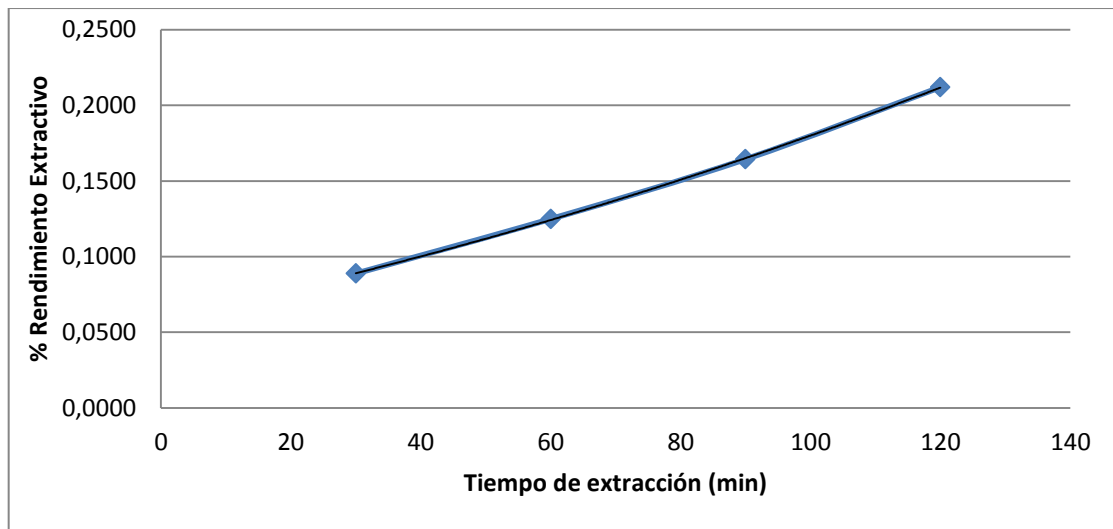
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XXVIII. **Rendimiento extractivo porcentual de aceite esencial de ciprés de 15 años**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,0900	0,0820	0,0940	0,0888	0,01
60	0,1140	0,1260	0,1350	0,1249	0,01
90	0,1690	0,1510	0,1730	0,1644	0,01
120	0,2100	0,2270	0,1990	0,2120	0,01

Fuente: elaboración propia, apéndice 3 y 4.

Figura 5. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años**



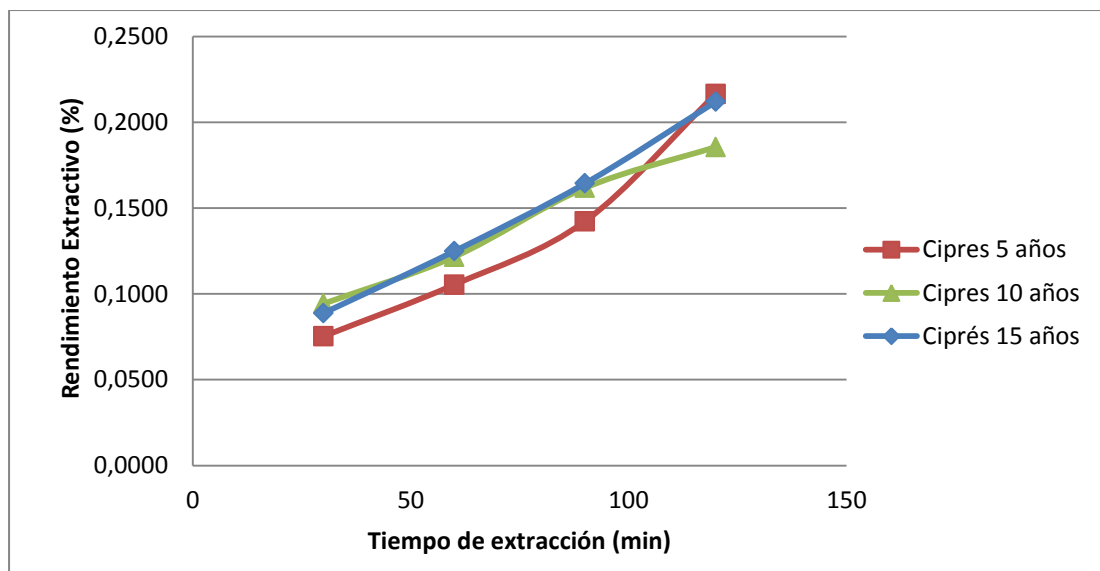
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Ecuación de regresión del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$RE = 3E-06t^2 + 0,0009t + 0,0597$	0,999	30-120 min

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Figura 6. Rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar



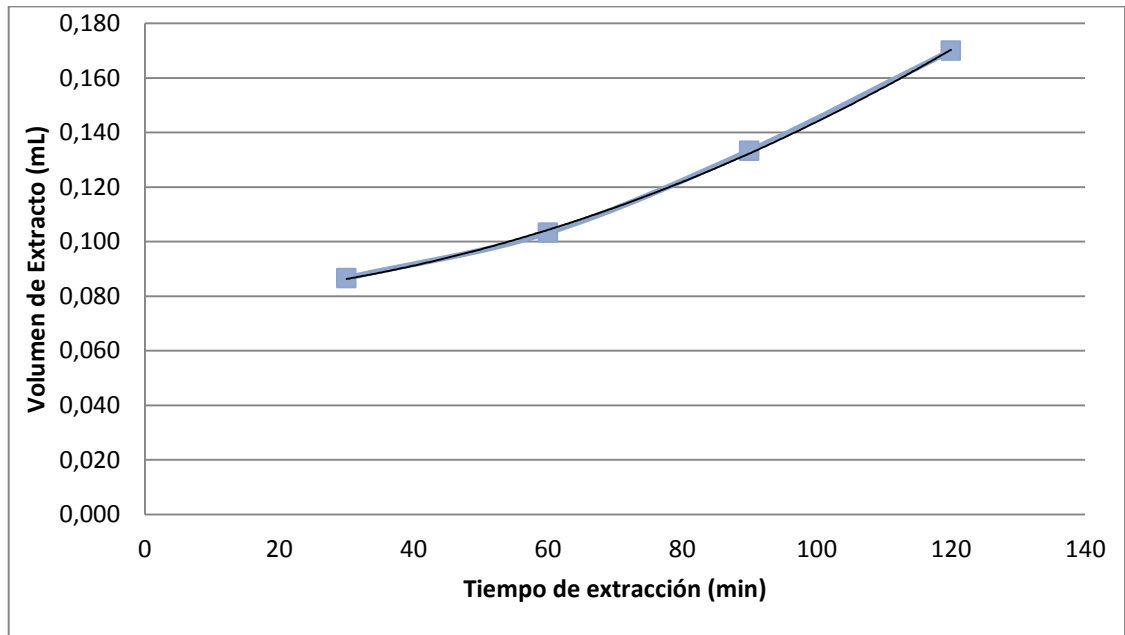
Fuente: elaboración propia, tablas XXXII, XXXIII, XXXIV.

Tabla XXX. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años

Tiempo de extracción (min)	Volumen de extracción (mL)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,09	0,08	0,09	0,09	0,01
60	0,10	0,11	0,10	0,10	0,01
90	0,13	0,15	0,12	0,13	0,02
120	0,17	0,16	0,17	0,17	0,01

Fuente: elaboración propia, apéndice 5.

Figura 7. **Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$V=6E-06t^2+0,0001t+0,0783$	0,999	30-120 min

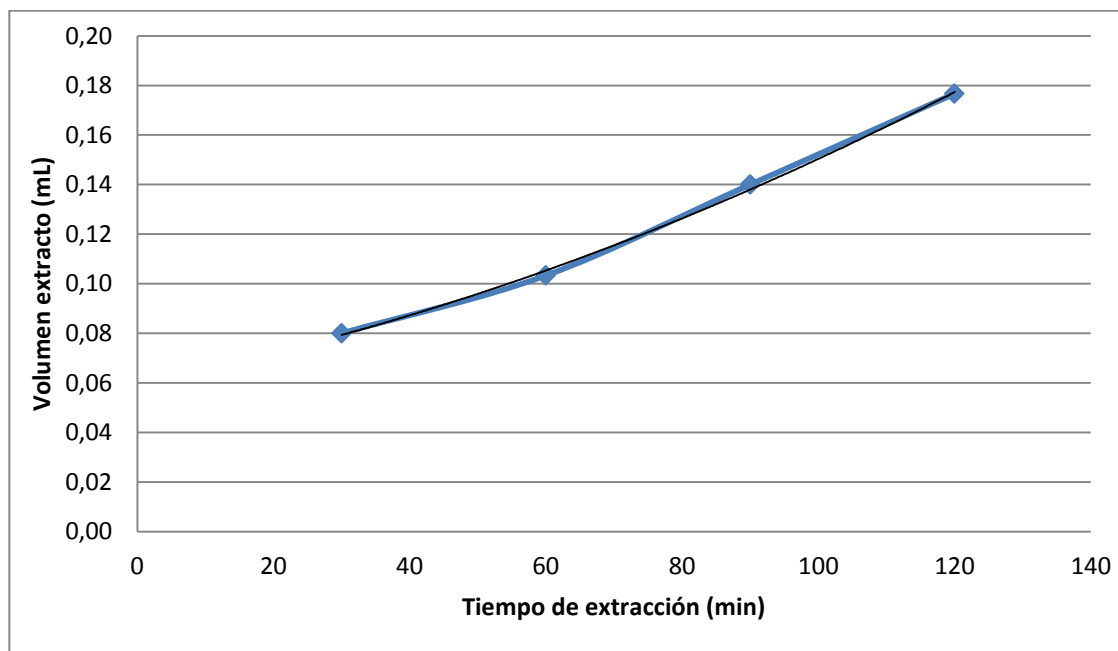
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XXXII. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años

Tiempo de extracción (min)	Volumen de extracción (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0,09	0,08	0,07	0,08	0,01
60	0,10	0,11	0,10	0,10	0,01
90	0,15	0,14	0,13	0,14	0,01
120	0,20	0,18	0,15	0,18	0,03

Fuente: elaboración propia, apéndice 5.

Figura 8. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$V = 4E-06t^2 + 0,0005t + 0,06$	1	30-120 min

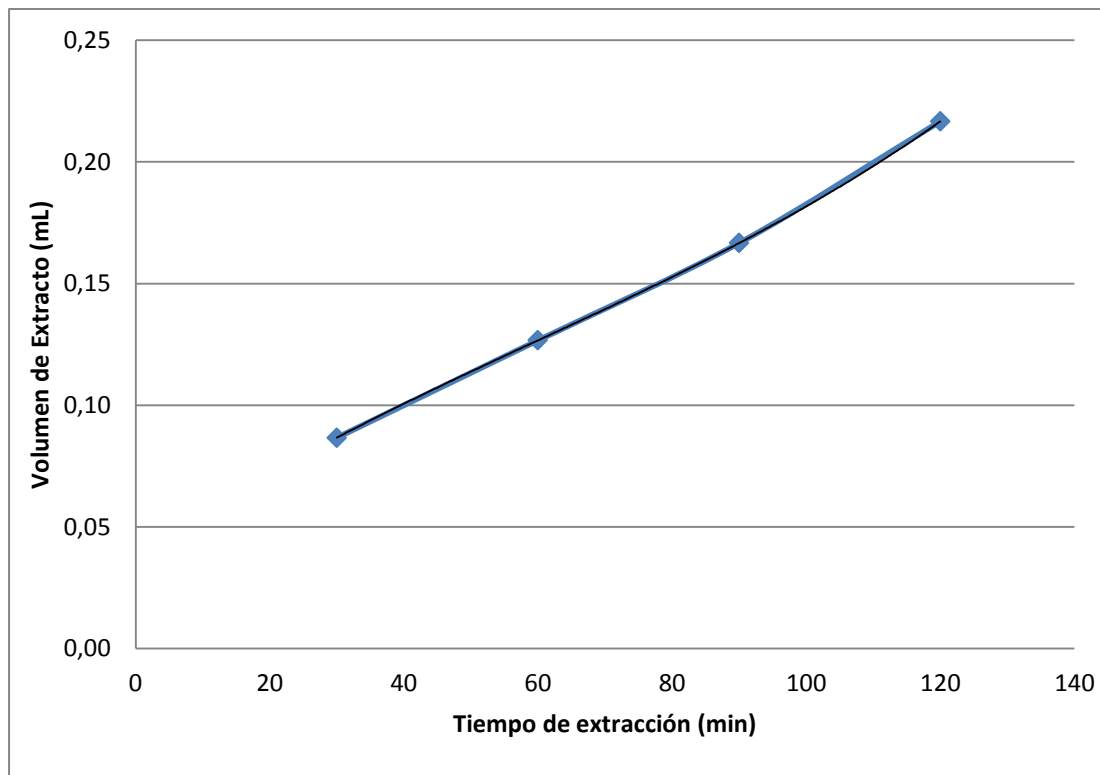
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla XXXIV. **Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años**

Tiempo de extracción (min)	Volumen de extracción (mL)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,08	0,09	0,09	0,09	0,01
60	0,12	0,13	0,15	0,13	0,02
90	0,17	0,18	0,15	0,17	0,02
120	0,22	0,21	0,22	0,22	0,01

Fuente: elaboración propia, apéndice 5.

Figura 9. **Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años**



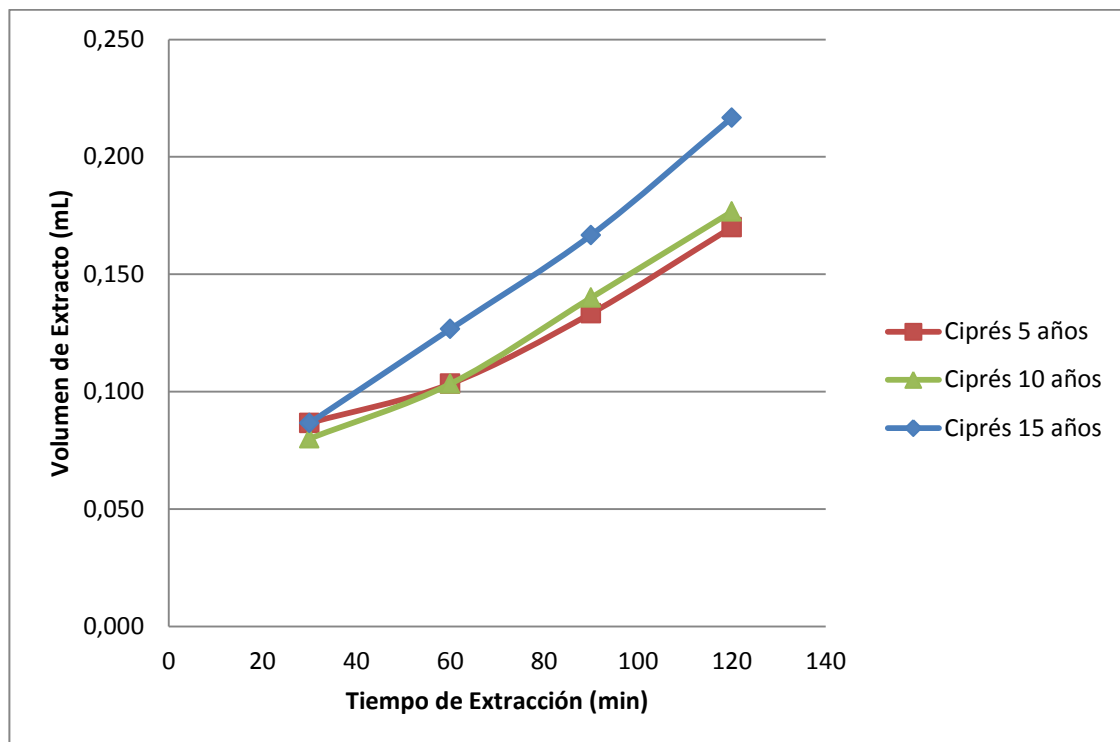
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Ecuación de regresión del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años**

Ecuación de regresión	Correlación	Intervalo de validez
$V = 1E-05t^2 + 0,0019t + 0,036$	0,997	30-120 min

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIECVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Figura 10. **Porcentaje del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar**



Fuente: elaboración propia, tablas XXXV, XXXVI, XXXVII.

Tabla XXXVI. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	D-Limoneno	9,42	005989-27-5	92
2	3-ciclohexano	8,42	000562-74-3	83
3	1, 3, 3-trimetilhexano	7,07	10000197-08-4	50
4	α -pineno	6,41	000080-56-8	94
5	2-heptanol	5,89	000554-61-0	90
6	Cariofileno	5,31	000087-44-5	99
7	Ácido acético	5,12	005655-61-8	93

Continuación de la tabla XXX.

8	ciclo hexano	4,49	000586-62-9	96
9	3 Careno	3,24	013466-78-9	94
10	Otros	44,63	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XXXVII. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

No.	Componentes	Area (%)	No. CAS	N. C (%)
1	Episonareno	11,35	1000156-10-7	95
2	1-ciclohexano	10,27	1000197-08-4	53
3	Cariofileno	7,62	000087-44-5	98
4	D-Limoneno	6,87	005989-27-5	89
5	α -pineno	6,83	000080-56-8	86
6	3-Ciclohexano	5,56	020126-76-5	95
7	2-heptanol	5,38	005655-61-8	99
8	Naftaleno	4,98	000483-76-1	81
9	α -cardinol	4,45	003242-08-8	99
10	Otros	36,69	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XXXVIII. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	Metanoazuleno	10,56	000469-61-4	86
2	Naftaleno	10,37	000483-76-1	87
3	α -pineno	7,60	007785-26-4	89
4	Episonareno	6,40	10000156-10-7	94

Continuación de la tabla XXXII.

5	D-Limoneno	4,41	00138-86-3	90
6	Ciclo hexano	2,83	024545-81-1	96
7	Cariofileno	2,72	000087-44-5	99
8	α -cardinol	2,55	030021-74-0	98
9	[4,1,0] Biciclo-heptano	1,16	005666-61-8	97
10	Otros	51,40	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XXXIX. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	α -pineno	17,42	000080-56-8	89
2	Ciclo hexano	8,81	10000197-08-4	53
3	[3,1,0]-Biciclo-sesquifelandreno	8,68	054324-03-7	93
4	Limoneno	7,50	000138-86-3	91
5	Isoledeno	5,12	1000109-87-9	94
6	Naftaleno	4,25	000483-76-1	83
7	Copaeno	3,49	003856-25-5	72
8	Cariofileno	3,14	000087-44-5	99
9	Fenaltrenol	3,14	000511-15-9	97
10	Otros	38,45	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XL. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	α -pineno	10,05	007785-26-4	96
2	Episonareno	9,24	054324-03-7	83
3	7-Metanoazuleno	6,95	000469-61-4	86
4	D-Limoneno	6,91	005989-27-5	89
5	Naftaleno	5,15	000483-76-1	81
6	Isoleno	5,02	1000109-87-9	94
7	3-Ciclohexano	3,61	000562-74-3	93
8	1-Ciclohexano	2,34	1000197-08-4	89
9	α -cardinol	1,50	000481-34-5	97
10	Otros	49,23	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLI. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	α -pineno	12,61	007785-26-4	94
2	7-Metanoazuleno	10,52	000469-61-4	90
3	D-Limoneno	9,19	005989-27-5	90
4	Naftaleno	5,57	000483-76-1	93
5	Isoleno	5,35	1000109-87-9	94
6	3-Ciclohexano	4,42	000562-74-3	95
7	Mirceno	2,06	000123-35-3	83
8	Ciclo-hexano	2,05	000586-62-9	97
9	Cariofileno	1,82	000087-44-5	99
10	Otros	46,41	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Facultad de Ciencias Química y Farmacia, Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLII. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	Naftaleno	10,94	000483-76-1	91
2	1-Ciclohexano	9,24	1000197-08-4	90
3	D-Limoneno	8,00	005989-27-5	94
4	[4,1,0]-Biciclo-hexano	7,51	024545-81-1	91
5	α -pineno	6,66	007785-26-4	94
6	3-Ciclohexano	5,66	000562-74-3	91
7	α -cardinol	3,80	000481-34-5	99
8	Ciclo-hexano	3,66	000099-84-3	87
9	β -Mirceno	2,50	000123-35-3	90
10	Otros	42,03	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLIII. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	1-ciclohexano	8,26	1000197-08-4	60
2	Naftaleno	7,15	000483-75-0	90
3	[4,1,0]-Biciclo-heptanol	6,08	005655-61-8	97
4	Isoleno	3,94	1000109-87-9	94
5	D-Limoneno	3,65	005989-27-5	90
6	α -cardinol	3,47	000481-34-5	99
7	3-ciclohexano	3,40	000562-74-3	91
8	Cariofileno	2,97	000087-44-	98
9	7-Metanoazuleno	2,78	000469-61-4	81
10	Otros	58,30	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLIV. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	D-Limoneno	11,44	005989-27-5	90
2	α -pineno	10,34	007785-26-4	91
3	Cariopinelo	5,30	000087-44-5	99
4	Biciclo-hexano	4,69	024545-81-1	95
5	Biciclo-heptanol	4,55	005655-61-8	97
6	1, 4-Ciclohexadieno	4,49	000099-85-4	87
7	Ciclo-hexano	3,24	000562-74-3	96
8	β -Mirceno	3,12	000123-35-3	86
9	4-careno	1,65	029050-33-7	98
10	Otros	51,18	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLV. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	α -pineno	11,44	007785-26-4	94
2	D-Limoneno	10,62	005989-27-5	94
3	Naftaleno	7,35	000483-76-1	93
4	3-ciclohexanol	5,89	02012376-76-5	95
5	[4,1,0]-Biciclo-heptanol	4,62	005655-61-8	99
6	1,4-ciclohexadieno	4,28	000099-85-4	91
7	[5,1,2]-Biciclo-hexano	4,27	024545-81-1	93
8	Ciclo-hexano	3,05	000562-74-3	97
9	β -Mirceno	3,02	000123-35-3	91
10	Otros	45,46	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLVI. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

No.	Componentes	Área (%)	No. CAS	N. C (%)
1	Isoleno	12,26	1000109-87-9	93
2	[4,1,0]-Biciclo-heptanol	11,43	005655-61-8	98
3	[3,1,0]-Biciclo-sesquifelandreno	8,81	054324-03-7	81
4	Naftaleno	4,85	000483-76-1	98
5	α -cardinol	4,40	000481-34-5	83
6	1,4-benzenodiol	3,05	000088-58-4	81
7	α -pineno	2,44	007785-26-4	97
8	7-Metanoazuleno	2,35	000469-61-4	80
9	1-ciclohexano	1,78	1000197-08-4	91
10	Otros	48,63	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLVII. **Identificación de componentes del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

No.	Componentes	Area (%)	No. CAS	N. C (%)
1	Naftaleno	13,93	000483-76-1	86
2	α -cardinol	11,42	000481-34-5	99
3	Isoleno	10,18	1000109-87-9	94
4	1-ciclohexano	8,37	1000197-08-4	76
5	β -Cardinol	6,87	005937-11-1	93
6	[4,1,0]-Biciclo-heptanol	2,53	005655-61-8	98
7	α -pineno	1,09	007785-26-4	96
8	2-fenantrenol	0,84	015340-82-6	0.84
9	3-Ciclohexano	0,65	000562-74-3	80
10	Otros	44,12	-	-

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Tabla XLVIII. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 5 años**

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,487
	60	1,487
	90	1,489
	120	1,489

Fuente: elaboración propia, apéndice 7.

Tabla XLIX. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 10 años**

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,486
	60	1,487
	90	1,487
	120	1,488

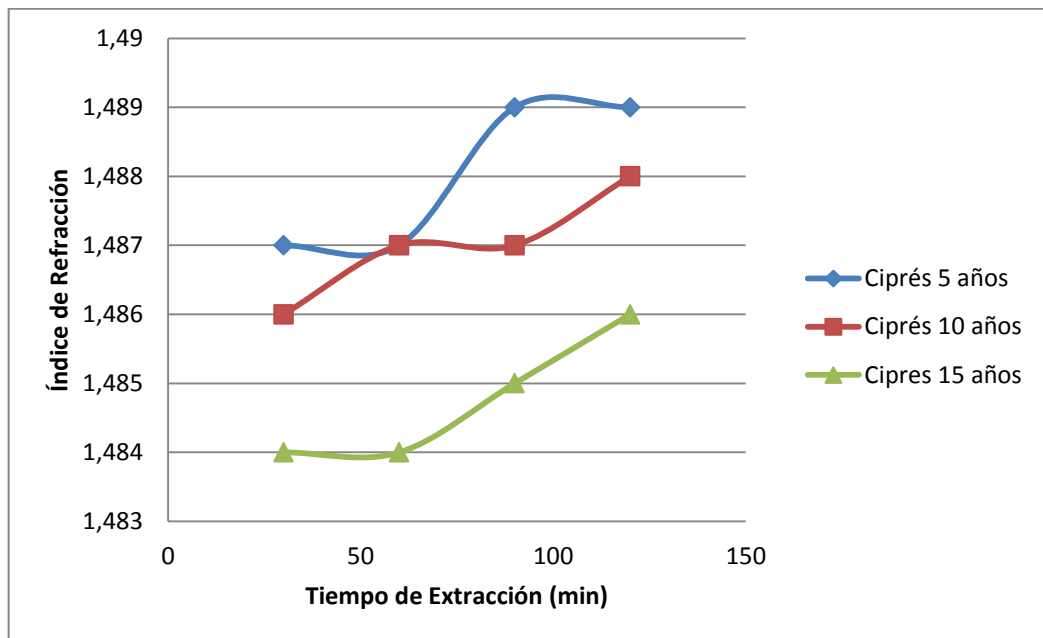
Fuente: elaboración propia, apéndice 7.

Tabla L. Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés de 15 años

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,484
	60	1,484
	90	1,485
	120	1,486

Fuente: elaboración propia, apéndice 7.

Figura 11. Índice de Refracción en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar



Fuente: elaboración propia, tablas L, LI, LII.

Tabla LI. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α-pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	6,41

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LII. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α-pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	60	6,83

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LIII. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α-pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	90	7,6

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LIV. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	120	17,42

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LV. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	10,05

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LVI. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	60	12,61

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LVII. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	90	0,00

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LVIII. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	120	2,38

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LIX. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 30 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	10,34

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LX. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 60 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	60	11,44

Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LXI. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 90 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	90	2,44

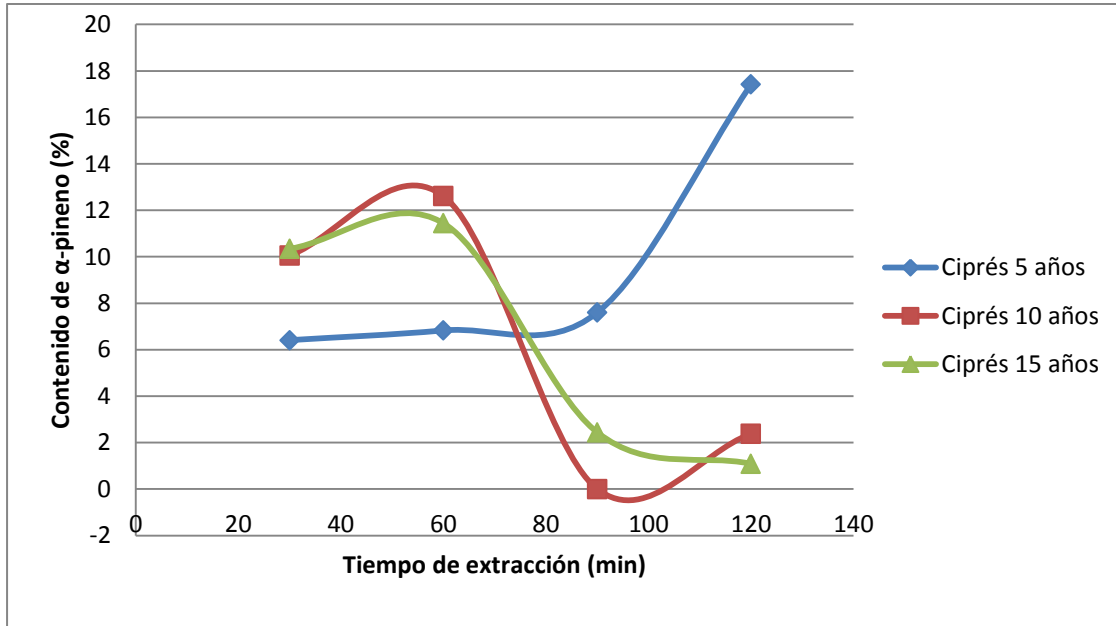
Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Tabla LXII. **Presencia de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido con un tiempo de extracción de 120 minutos**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	120	1,09

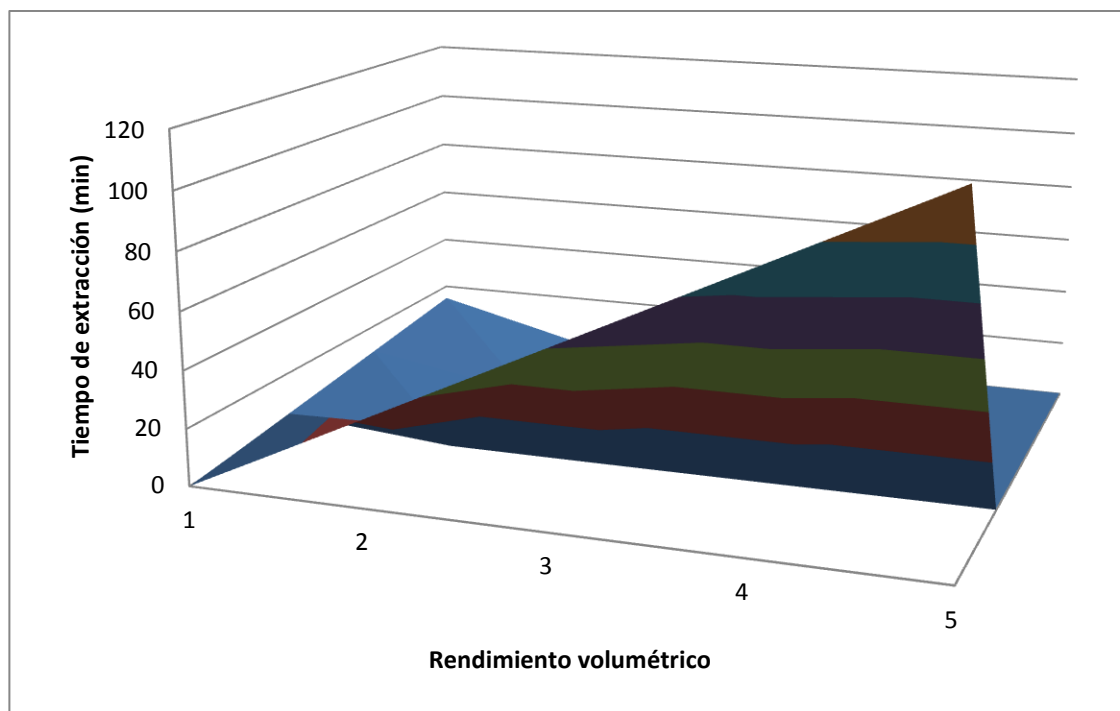
Fuente: elaboración propia, apéndice 6.

Figura 12. **Contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13. **Rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción y edad del ciprés**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla LXIII. **Modelo matemático del rendimiento volumétrico del aceite esencial**

Modelo matemático	Correlación	Intervalo de validez
$V=0.001155t+0,003e+0,01667$	0,942	30-120min

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El estudio a nivel de trabajo de investigación, se basó en la extracción del aceite esencial de ciprés, (*Cupressus lusitánica* Mill.), para determinar el rendimiento extractivo y volumétrico del mismo, estos factores marcaron el inicio de éste estudio con el objetivo de poder caracterizar fisicoquímicamente el aceite, utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio a diversas edades de cultivo de la especie forestal estudiada.

El ciprés se obtiene principalmente por recolección en los campos de crecimiento silvestre, en las regiones montañosas del altiplano guatemalteco, en donde existe una gran diversidad de especies forestales, es en esta región donde se encuentra el mayor número de plantaciones de esta conífera, sin embargo, estas grandes plantaciones no son aprovechadas para promover un desarrollo económico sustentable, entre otras cosas debido a que no se han planteado programas y estudios productivos que promuevan el aprovechamiento sostenible y rentable de esta biodiversidad.

Es a través de esta información, que se desarrolló y estableció la hipótesis del trabajo de investigación, que partiría de una extracción por el método de hidrodestilación a escala laboratorio, utilizando diversas edades de ciprés y tiempos de extracción con el objetivo de evaluar si existía una diferencia significativa entre el aceite de las edades estudiadas.

Para poder iniciar el estudio fue necesario obtener la materia prima, ésta es procedente de la finca Xelojón, ubicada en el municipio de Patzún, del departamento de Chimaltenango. Una vez obtenida la materia prima, se

procedió a clasificar y separar las hojas, ramillas y frutos, en donde a las hojas, se les realizó una molienda por medio de un molino de cuchillas para poder reducir su tamaño, y así poder realizar un estudio granulométrico para establecer un tamaño específico de partícula, para ello se utilizaron los tamices número 8, 9, 10, 16, 20 y 30. Para realizar las extracciones, solamente se utilizó la materia prima retenida en el tamiz número 8, hasta el número 20, este análisis se puede observar en el apéndice 2.

Con la materia prima tratada, se procedió a realizar las extracciones a escala laboratorio, para ello se utilizó el equipo de extracción Neoclevenger, en donde se utilizaron 100 gramos de hojas de ciprés tamizadas, éstos se colocaron en un balón de 1 000 mililitros, en donde se agregaron 600 mililitros de agua desmineralizada. Las variables a evaluar corresponden a la edad del ciprés y los tiempos de extracción, para ello se realizaron 3 corridas. Las edades del ciprés evaluadas corresponden a 5, 10 y 15 años y los tiempos de extracción fueron de 30, 60, 90 y 120 minutos.

Una vez realizadas las extracciones del aceite, se procedió a evaluar la composición del mismo con el objeto de determinar la presencia de α -pineno, componente principal del aceite de ciprés, por medio de una cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (GC-MS), también se determinaron los rendimientos extractivo y volumétrico, estos se obtuvieron variando los tiempos para su obtención, y finalmente se determinó el índice de refracción para el aceite de cada edad involucrada.

Según los resultados obtenidos del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés, se logró apreciar un incremento en función del tiempo de extracción, este comportamiento se detalla en la tabla XXIV, ésta corresponde al aceite de ciprés de 5 años, en ella se observa que se tiene rendimiento

promedio de 0,0753 por ciento para 30 minutos, 0,1054 por ciento para 60 minutos, 0,1424 por ciento para 90 minutos y 0,2164 por ciento para 120 minutos de hidrodestilación.

De igual forma se obtuvo los resultados para el aceite de ciprés de 10 años, estos se muestran en la tabla XXVI, en ella se aprecia el aumento del rendimiento extractivo promedio con un valor de 0,0943 por ciento para 30 minutos, 0,1217 por ciento para 60 minutos, 0,1618 por ciento para 90 minutos y 0,1856 por ciento para 120 minutos de extracción.

También, en la determinación de rendimientos extractivos, se logró observar para el aceite esencial de ciprés de 15 años, según tabla XXVIII, se tiene un comportamiento similar al de las otras edades, en este caso se tiene un rendimiento extractivo promedio de 0,0888 por ciento para 30 minutos, 0,1249 por ciento para 60 minutos, 0,1249 por ciento para 90 minutos y 0,2120 por ciento para 120 minutos de hidrodestilación.

Los resultados descritos anteriormente, se pueden observar en la figura 6, en ella se aprecia que el rendimiento extractivo en función del tiempo de hidrodestilación es directamente proporcional, esto corresponde al comportamiento esperado debido a que conforme aumenta el tiempo de extracción, se agota el material vegetal hasta llegar a un momento en el cual ya no existe más aceite a extraer.

Con respecto a la variación del rendimiento extractivo en función de la edad de ciprés, se obtuvo que este rendimiento es mayor para la especie de menor edad y menor para la especie de mayor edad, este comportamiento es lógico debido a que el ciprés de 5 años, posee una mayor cantidad de aceite, porque esta especie es más fresca con respecto a las otras de mayor edad,

esto hace que exista mayor presencia de aceite en las edades de ciprés menores, sin embargo, no existe una variación significativa entre los rendimientos obtenidos, esto se logra confirmar con el análisis de varianza realizado, ver anexo 4, en base a esto se logró comprobar que el rendimiento extractivo no varía significativamente según la edad de ciprés estudiada, sin embargo si existe una diferencia significativa del rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción.

En la figura 6, se puede observar que los rendimientos extractivos fueron mejor para una edad de ciprés de 5 años, seguido del ciprés de 15 años y por último el ciprés de 10 años con un tiempo de hidrodestilación de 120 minutos, siendo estos rendimientos de 0,2164 por ciento $\pm 0,02$, 0,220 por ciento $\pm 0,01$ y 0,1856 por ciento $\pm 0,01$ respectivamente.

Los rendimientos volumétricos obtenidos, muestran un comportamiento similar al rendimiento extractivo, estos aumentan a medida que el tiempo de hidrodestilación crece, en la tabla XXX, se muestra que para un tiempo de extracción de 30 minutos del ciprés de 5 años, se tiene un volumen promedio de aceite de 0,09 ml, para 60 minutos 0,10 mililitros, para 90 minutos 0,13 mililitros y para un tiempo de 120 minutos de extracción se obtuvo 0,17 mililitros, estos resultados confirman que el volumen es directamente proporcional al tiempo de hidrodestilación.

En el aceite de ciprés de 10 años, se obtuvo rendimientos volumétricos similares, según tabla XXXII, para un tiempo de 30 minutos se obtuvo un volumen promedio de 0,08 mililitros, para 60 minutos 0,10 mililitros, para 90 minutos 0,14 mililitros y para un tiempo de 120 minutos se obtuvo 0,18 mililitros. Estos resultados demuestran que el rendimiento volumétrico para esta especie, se incrementa a medida que su tiempo de extracción aumenta.

Por último, con respecto al rendimiento volumétrico, en el aceite de ciprés de 15 años, se obtuvo un comportamiento similar, según tabla XXXIV, para un tiempo de 30 minutos el volumen promedio de fue de 0,09 mililitros, para 60 minutos 0,13 mililitros, para 90 minutos 0,17mililitros y para un tiempo de hidrodestilación de 120 minutos se obtuvo 0,22 mililitros.

En base a los resultados descritos anteriormente y al análisis de varianza realizado, ver anexo 5, se confirma que el volumen de aceite de ciprés obtenido varía significativamente en base a la edad del cultivo y con respecto al tiempo de extracción, es decir, este varía dependiendo de la edad del ciprés estudiada, esto también se comprueba en la figura 4, en ella se logra apreciar que el comportamiento del volumen del aceite aumenta a medida que el tiempo de hidrodestilación es mayor, este comportamiento era el esperado, debido a que a medida que el tiempo crece, se logra obtener una mayor cantidad de aceite del material vegetal hasta que llega un punto en el que este se agota y ya no se obtiene más aceite, en ese momento el volumen se mantiene constante en función del tiempo.

En la figura 10, se puede observar que los rendimientos volumétricos varían con respecto a la edad del ciprés evaluada, en este caso, estos fueron mejor para una edad de ciprés de 15 años, seguido del ciprés de 10 años y por último el ciprés de 5 años, con un tiempo de hidrodestilación de 120 minutos, siendo estos rendimientos volumétricos de 0,22 mililitros \pm 0,01, 0,18 mililitros \pm 0,03 y 0,17 mililitros \pm 0,01 respectivamente.

Otro aspecto importante a evaluar en un aceite esencial, es la composición química, para este caso se identificó una infinidad de compuestos, de estos se presentan los 5 componentes de mayor presencia en base al área de retención dada por el cromatograma realizado, según tabla XXXVI, para el

aceite esencial de ciprés de 5 años, con un tiempo de hidrodestilación de 30 minutos, se identificó que en su mayoría contiene 9,42 por ciento de limoneno, 8,42 por ciento de 3-clclohexano, 7,07 por ciento de 1, 3, 3-trimetilhexano, 6,41 por ciento de α -pineno y 5,89 por ciento de 2-heptanol.

Para la misma edad del cultivo, con un tiempo de extracción de 60 minutos (tabla XXXVII), se identificaron una serie de compuestos, este aceite en su mayoría contiene 11,35 por ciento de episonareno, 10,27 por ciento de ciclohexano, 7,62 por ciento de caripileno, 6,87 por ciento de limoneno y 6,83 por ciento de α -pineno, siendo éstos los 5 compuestos de mayor presencia.

Con un tiempo de hidrodestilación de 90 minutos del ciprés de 5 años, se obtuvieron varios compuestos, entre los cuales se encuentran; por mayor área de retención, según tabla XXXVIII, un 10,56 por ciento de metanoazuleno, 10,37 por ciento de naftaleno, 7,6 por ciento de α -pineno, 6,4 por ciento de episonareno y 4,41 por ciento de limoneno, de igual forma, el aceite obtenido con 120 minutos de extracción posee en su mayoría, según tabla XXXIX, un 17,42 por ciento de α -pineno, 8,81 por ciento de ciclohexano, 8,68 por ciento de biciclo-sesquifelandreno, 7,5 por ciento de limoneno y 5,12 por ciento de isoledeno, siendo estos los de mayor presencia para esta especie forestal estudiada.

Como es posible observar en los resultados antes expuestos, el aceite esencial está formado por compuestos muy parecidos, en donde solamente varía el porcentaje de presencia con respecto al tiempo de hidrodestilación que se haya trabajado, es decir; la cantidad de un compuesto presente en el aceite depende directamente del tiempo de extracción utilizado para poder obtenerlo.

Este comportamiento también se puede observar en el aceite esencial de ciprés de 10 años para un tiempo de hidrodestilación de 30 minutos (tabla XL), en él se determinó que su composición está formada por un 10,05 por ciento de α -pineno, 9,24 por ciento de episonareno, 6,95 por ciento de 7-metanoazuleno, 6,91 por ciento de limoneno y 5,15 por ciento de naftaleno entre otros. Estos compuestos también caracterizan al aceite con un tiempo de 60 minutos de extracción, este esta compuesto, según tabla XLI, por 12,61 por ciento de α -pineno, 10,52 por ciento de 7-metanoazuleno, 9,19 por ciento de limoneno, 5,57 por ciento de naftaleno y un 5,35 por ciento de isoleno.

Con un tiempo de hidrodestilación de 90 minutos, se obtuvieron resultados similares con respecto a los otros aceites, según tabla XLII, este esta compuesto por 10,94 por ciento de naftaleno, 9,24 por ciento de ciclohexano, 8,0 por ciento de limoneno, 7,51 por ciento de biciclohexano y un 6,66 por ciento de α -pineno, estos compuestos son los de mayor presencia en la composición del aceite. En el caso del aceite obtenido con 120 minutos de tratamiento, se determinó en su composición 8,26 por ciento de ciclohexano, 7,15 por ciento de naftaleno, 6,08 por ciento de bicicloheptanol, 3,94 por ciento de isoleno y 3,65 por ciento de limoneno, estos compuestos se encuentran en mayor presencia en la composición del aceite de ciprés de 10 años.

Según los resultados descritos y obtenidos anteriormente, se puede observar que en éste aceite se obtuvo el mismo comportamiento que en la especie forestal descrita anteriormente, es decir, este esta formado por compuestos parecidos en donde solamente varía el porcentaje de presencia con respecto al tiempo de hidrodestilación que se haya utilizado para poder obtener el aceite de interés.

En la composición del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de hidrodestilación de 30 minutos, se logró determinar que los compuestos principales que conforman este aceite, según cromatograma y tabla XLIV, corresponden a un 11,44 por ciento de limoneno, 10,34 por ciento de α -pineno, 5,30 por ciento de cariopinelo, 4,69 por ciento biciclohexano y por 4,55 por ciento de bicicloheptanol, éstos son los de mayor presencia en este aceite. De igual forma, en el aceite obtenido con 60 minutos se determinó que su composición está formada en su mayoría, según tabla XLV, por 11,64 por ciento de α -pineno, 10,62 por ciento de limoneno, 7,35 por ciento de naftaleno, 5,89 por ciento de 3-ciclohexanol y 4,62 por ciento de bicicloheptanol.

Este aceite, con un tiempo de hidrodestilación de 90 minutos, posee en su composición, según tabla XLVI, un 12,26 por ciento de isoleno, 11,43 por ciento de bicicloheptanol, 8,81 por ciento de biciclosesqui-felandreno, 4,85 por ciento de naftaleno y un 2,44 por ciento de α -pineno y para el aceite obtenido con 120 minutos de extracción se observó que posee en su composición, según tabla XLVI, un 13,93 por ciento de naftaleno, 11,42 por ciento de α -cardinol, 10,18 por ciento de isoleno, 8,37 por ciento de ciclohexano y 1,09 por ciento de α -pineno, estos compuestos se encuentran en mayor presencia en la composición de estos aceites esenciales.

Al analizar los resultados de la caracterización fisicoquímica de ésta especie forestal, se vuelve a observar que este aceite posee una composición familiar con respecto a las otras 2 especies estudiadas, es decir, él aceite esta formado por compuestos similares en donde solamente varía el porcentaje de presencia con respecto al tiempo de hidrodestilación que se haya utilizado para poder obtener el aceite.

Otro aspecto importante a evaluar en el presente estudio a nivel de trabajo de investigación, corresponde a la determinación de la presencia de α -pineno con respecto a las 3 edades del cultivo estudiado. En base a esto, se logró determinar que el contenido de este compuesto varía con respecto al tiempo de hidrodestilación y con respecto a la edad de ciprés estudiada. Para el caso del aceite de ciprés de 5 años, se obtuvo un leve aumento del contenido de este compuesto, esto se puede observar en las tablas LI, LII, LIII, LIV. En ellas se muestra que se obtuvo para un tiempo de 30 minutos, un 6,41 por ciento, para 60 minutos 6,83 por ciento, para 90 minutos 7,60 por ciento y por último, para un tiempo de 120 minutos de hidrodestilación, se logró obtener 17,42 por ciento de presencia de este compuesto, logrando así un pequeño aumento del contenido de α -pineno con respecto al tiempo de extracción empleado.

Para las extracciones realizadas del aceite esencial de ciprés de 10 años, se logró determinar la presencia de α -pineno, según los resultados presentados en las tablas LV, LVI, LVII, LVIII se observa que para un tiempo de extracción de 30 minutos, se tiene un 10,05 por ciento de α -pineno, para 60 minutos 12,61 por ciento de este mismo compuesto. Sin embargo, para 90 minutos de extracción no se obtuvo presencia de α -pineno y para el caso de la extracción con 120 minutos se obtuvo un 2,38 por ciento del compuesto. En base a lo anterior, se logró observar que no se obtuvo un incremento de α -pineno para una extracción de 90 y 120 minutos, esto da a conocer que el contenido del compuesto se degrada conforme el tiempo de extracción es mayor, es decir, se pierde la presencia del compuesto.

De igual forma, en las extracciones realizadas para la obtención del aceite esencial de ciprés de 15 años, se logró detectar la presencia de α -pineno, este, según tablas LIX, LX, LXI, LXII vario para los diversos tiempos de hidrodestilación, tal es el caso del aceite obtenido con 30 minutos de extracción,

en él se obtuvo un 10,34 por ciento del compuesto, para 60 minutos 11,44 por ciento, para 90 minutos un 2,44 por ciento y para los 120 minutos 1,09 por ciento de α -pineno. Se puede observar que el contenido de este compuesto, varía dependiendo del tiempo de extracción a utilizar para obtener el aceite deseado, esto muestra un comportamiento en el cual el α -pineno se degrada con un tiempo de extracción elevado.

El análisis de varianza realizado (ver anexo 6), da a conocer que el contenido de α -pineno no varía significativamente en función de la edad de la especie forestal estudiada, esto se logra observar en los resultados ya descritos. De la misma forma, el análisis estadístico indica que no existe una diferencia significativa de la presencia del compuesto con respecto al tiempo de extracción utilizada para cada edad. Estos resultados indican la presencia de α -pineno no depende de la edad del ciprés ni del tiempo de extracción utilizado para obtener el aceite.

El Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés, es muy similar para las 3 edades del cultivo estudiado. Este análisis da a conocer la magnitud en la cual se relaciona la velocidad de la luz en el vacío con respecto a la velocidad de la luz en el aceite de ciprés. Para el caso del aceite obtenido del ciprés de 5 años, se obtuvieron como resultados, según tabla LXIII, para los tiempos de extracción de 30, 60, 90 y 120 minutos un Índice de Refracción de 1,487, 1,487, 1,489 y 1,489 respectivamente.

El aceite obtenido para la especie de 10 años, posee Índices de Refracción de magnitud similar, según tabla LXIV, se tiene para los tiempos de hidrodestilación de 30, 60, 90, y 120 minutos un Índice de Refracción de, 1,486, 1,487, 1,487 y 1,489 respectivamente. De igual forma, para el aceite de ciprés de 15 años, el Índice de Refracción obtenido para esta especie, según tabla

LXV, con respecto a los tiempos de extracción de 30, 60, 90 y 120 minutos se obtuvieron valores de 1,484, 1,484, 1,485 y 1,486 respectivamente.

Los resultados obtenidos y según el análisis de varianza indican, que sí existe diferencia significativa del Índice de Refracción en función de la edad de ciprés estudiada, y en función de los tiempos de extracción utilizados. Esto se debe principalmente a que a medida que se aumenta el tiempo de extracción los compuestos que conforman el aceite y no son volátiles alteran el haz de luz, por tal razón esta propiedad aumenta levemente a mayores tiempos de hidrodestilación, estos valores también son significativos para las diferentes edades de la especie forestal evaluada.

Como se puede observar en la figura 11, los índices de refracción del aceite varían según la edad del ciprés estudiada. En esta figura se logra apreciar un Índice de Refracción mayor para el aceite de ciprés de 5 años con respecto a las otras dos edades estudiadas, sin embargo, esto vuelve a comprobar que si existe una diferencia significativa entre el Índice de Refracción de estas 3 especies.

6. PRESUPUESTO

A continuación se presenta el presupuesto que se utilizó para poder elaborar el estudio de investigación del aceite esencial de ciprés, este se presenta detalladamente en las siguientes tablas.

Tabla LXIV. **Obtención de materia prima**

Descripción	Cantidad	Monto unitario	Subtotal
Viáticos	1	Q 100,00	Q 100,00
Combustible	6	Q 33,40	Q 200,40
Subtotal			Q 340,40

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla LXV. **Procesamiento de materia prima**

Descripción	Cantidad	Monto unitario	Subtotal
Molienda	4	Q 120,00	Q,480,00
Tamizado	4	Q 100,00	Q 400,00
Subtotal			Q 880,00

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Tabla LXVI. **Extracciones a escala laboratorio**

Descripción	Cantidad	Monto unitario	Subtotal
Extracciones por hidrodestilación	36	Q 200,00	Q 7 200,00
Subtotal			Q 7 200,00

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla LXVII. **Análisis fisicoquímicos**

Descripción	Cantidad	Monto unitario	Subtotal
Índice de Refracción	3	Q 120,00	Q 360,00
Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas	12	Q 250,00	Q 3 000,00
Subtotal			Q 3 360,00

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla LXVIII. **Publicidad, impresión y encuadernación**

Descripción	Cantidad	Monto unitario	Subtotal
Levantado de texto	1	Q 1 000,00	Q 1 000,00
Impresión	6	Q 100,00	Q 600,00
Encuadernación	6	Q 30,00	Q 180,00
Subtotal			Q 1 780,00

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial. CII/USAC.

Tabla LXIX. **Costos totales**

Descripción	Subtotal
Obtención de materia prima	Q 340,40
Procesamiento de materia prima	Q 880,00
Extracciones a escala laboratorio	Q 7 200,00
Análisis fisicoquímicos	Q 3 360,00
Publicidad e impresión	Q 1 780,00
Total	Q 13 520,40

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

CONCLUSIONES

1. Se logró evaluar el rendimiento extractivo y el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés con base en las edades del cultivo, utilizando el método de hidrodestilación
2. El mejor rendimiento extractivo, corresponde a la edad del cultivo de 5 años de ciprés para un tiempo de 120 minutos de extracción, siendo este un $0,22 \% \pm 0,02$. Además se determinó que el rendimiento extractivo no depende de la edad del cultivo del ciprés, pero si depende del tiempo de extracción utilizado.
3. El mejor rendimiento volumétrico corresponde a la edad del cultivo de 15 años, con un tiempo de 120 minutos de extracción, siendo este valor de $0,22 \text{ ml} \pm 0,01$. Además se determinó que existe diferencia significativa en el rendimiento volumétrico en función de las edades de ciprés evaluadas y del tiempo de extracción.
4. El modelo matemático elaborado para el rendimiento extractivo y volumétrico para cada edad del cultivo, es de tipo cuadrática con un coeficiente de correlación máximo.
5. La especie con mejor contenido de α -pineno, corresponde para la edad de 5 años, siendo este valor de 17,42 por ciento. A la vez se determinó que el contenido de α -pineno no depende de la edad del cultivo ni del tiempo de extracción utilizado.

6. Se determinó que el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés no depende de la edad del cultivar evaluada ni del tiempo de extracción utilizado.
7. La identificación de componentes muestra que además del α -pineno, existen otros compuestos de importancia en el aceite esencial, entre estos se puede mencionar el naftaleno, isoleno, limoneno entre otros.
8. El modelo matemático del rendimiento volumétrico, se ajusta a una superficie con un coeficiente de correlación máximo.

RECOMENDACIONES

1. Hacer extracciones con un tiempo de extracción mayor a los 120 minutos para poder determinar el tiempo en donde el rendimiento extractivo y volumétrico se vuelven constantes, a la vez elaborar una gráfica para poder observar el comportamiento respectivo.
2. Desarrollar extracciones con un solvente de captura para poder observar el comportamiento del rendimiento extractivo, volumétrico y contenido de α -pineno para comparar los resultados obtenidos con este estudio.
3. Elaborar una extracción a nivel planta piloto con el objetivo de observar el comportamiento del rendimiento extractivo, volumétrico y el contenido de α -pineno para comparar los resultados obtenidos con este estudio.
4. Determinar la temperatura óptima de extracción para poder obtener el aceite esencial de ciprés con el máximo rendimiento extractivo y volumétrico posible.
5. Efectuar una nueva investigación para poder determinar si existe una diferencia significativa entre el aceite obtenido y el aceite a obtener, teniendo como variable principal la región país
6. Desarrollar una investigación para poder observar la composición del aceite esencial de ciprés, teniendo como variable principal la época de recolección de la materia prima

7. Hacer extracciones con materia prima seca, para poder comparar el rendimiento volumétrico y extractivo del aceite de ciprés.
8. Evaluar la viabilidad económica para poder elaborar productos cosméticos a partir del aceite esencial de ciprés.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTAÑEDA MOLINA, Juan Carlos. *Aprovechamiento del raleo y poda del bosque del pinabete (*Abies guatemalensis* Rheder), para la extracción y caracterización del aceite esencial a nivel planta piloto y su escalonamiento industrial, para elaboración un producto de limpieza y una esencia*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2005. 79 p.
2. CERPA CHÁVEZ, Manuel Guillermo. *Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y caracterización: estudio de investigación*. España: Universidad de Valladolid, Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente, 2007. 304 p.
3. DE LEÓN JUÁREZ, Mauricio Leonardo. *Comparación del rendimiento del aceite esencial de dos especies de eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook y *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh), aplicando el método de hidrodestilación a nivel laboratorio*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 135 p.

4. FERNÁNDEZ IBAÑEZ, Juan. *Estudio de las propiedades físico-mecánicas del ciprés (Cupressus lusitánica Mill.) en el valle central de Costa Rica*. Trabajo de graduación de Magister Scientiae. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, 1971. 48 p.

5. WALPOLE, Ronald. *Probabilidad y estadística*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1992. 814 p.

APÉNDICES

1. Determinación del rendimiento extractivo

Para la determinación del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés, se midió el peso del vial en el cual fue colocado el aceite extraído, posteriormente se volvió a medir el peso del vial con el extracto para determinar, en peso, la cantidad extraída de aceite. Por último se determinó el rendimiento extractivo a partir de la cantidad de material vegetal utilizado para realizar la extracción. Para ello se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$\%RE = \frac{AE}{MP} * 100$$

Donde:

%RE	=	Rendimiento extractivo de aceite esencial (%)
AE	=	Aceite esencial extraído (g)
MP	=	Materia prima utilizada (g)

El rendimiento extractivo del aceite esencial se determinó de la misma forma para las 3 edades del cultivar del ciprés para ello se utilizaron viales de 3 ml color ámbar.

2. Granulometría de las hojas de ciprés utilizadas en la extracción

Para poder realizar la parte experimental del trabajo a nivel de investigación fue necesario realizar un análisis granulométrico para las tres edades de ciprés evaluadas, este se presenta a continuación:

Tabla LXX. **Granulometría 5 años**

No. tamiz	Apertura (mm)	Masa retenida (g)	Retención (%)
8	2,360	32,32	16,160
10	2,000	40,22	20,110
12	1,680	83,27	41,635
16	1,190	27,18	13,590
18	1,180	8,86	4,430
20	0,850	2,08	1,040
30	0,600	0,36	0,180
Finos		5,71	2,855
Total		200	
Masa tamizada (g)		200	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Granulometría 10 años**

No. Tamiz	Apertura (mm)	Masa retenida (g)	Retención (%)
8	2,360	27,87	13,935
10	2,000	51,90	25,950
12	1,680	76,98	38,490
16	1,190	30,15	15,075
18	1,180	10,11	5,055
20	0,850	1,02	0,510
30	0,600	0,36	0,180
Finos		1,61	0,805
Total		200	
Masa tamizada (g)		200	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Granulometría 15 años**

No. Tamiz	Apertura (mm)	Masa retenida (g)	Retención (%)
8	2,360	16,23	8,115
10	2,000	43,65	21,825
12	1,680	88,67	44,335
16	1,190	35,16	17,580
18	1,180	11,23	5,615
20	0,850	1,98	0,990
30	0,600	0,36	0,180
Finos		2,72	1,360
Total		200	
Masa tamizada (g)		200	

Fuente: elaboración propia.

3. **Datos originales para la determinación del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés**

Para poder presentar los resultados del trabajo de investigación, fue necesario tomar nota de los resultados parciales del estudio, estos se presentan a continuación:

Tabla LXXIII. **Datos del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

Extracción de 30 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,7553	6,8732	100
2	6,7644	6,7923	100
3	6,9049	6,9851	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. **Datos del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

Extracción de 60 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6186	6,7045	100
2	6,8072	6,9216	100
3	6,5685	6,6844	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. **Datos del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

Extracción de 90 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6335	6,7548	100
2	6,7182	6,8218	100
3	6,6726	6,8748	100

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXVI. **Datos del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

Extracción de 120 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,7568	6,9823	100
2	6,8502	7,0775	100
3	6,5146	6,7111	100

Fuente: elaboración propia

Tabla LXXVII. **Datos del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

Extracción de 30 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,7346	6,8375	100
2	6,7304	6,8127	100
3	6,7527	6,8505	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Datos del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

Extracción de 60 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,8419	6,9689	100
2	6,7312	6,8573	100
3	6,7430	6,8549	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Datos del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

Extracción de 90 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6971	6,8532	100
2	6,6425	6,8035	100
3	6,8229	6,9912	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Datos del aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

Extracción de 120 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6643	6,8512	100
2	6,7760	6,9478	100
3	6,7305	6,9287	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Datos del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**

Extracción de 30 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6020	6,6920	100
2	6,8557	6,9381	100
3	6,7820	6,8761	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXII. **Datos del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**

Extracción de 60 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,6359	6,7502	100
2	6,8310	6,9565	100
3	6,8227	6,9576	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIII. **Datos del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**

Extracción de 90 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,5880	6,7568	100
2	6,5940	6,7453	100
3	6,6160	6,7891	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIV. **Datos del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 120 minutos**

Extracción de 120 minutos			
Corrida	Tara vial (g)	Peso extracto (g)	Peso inicial (g)
1	6,7115	6,9212	100
2	6,6464	6,8734	100
3	6,5678	6,7671	100

Fuente: elaboración propia.

4. Datos calculados del aceite esencial de ciprés

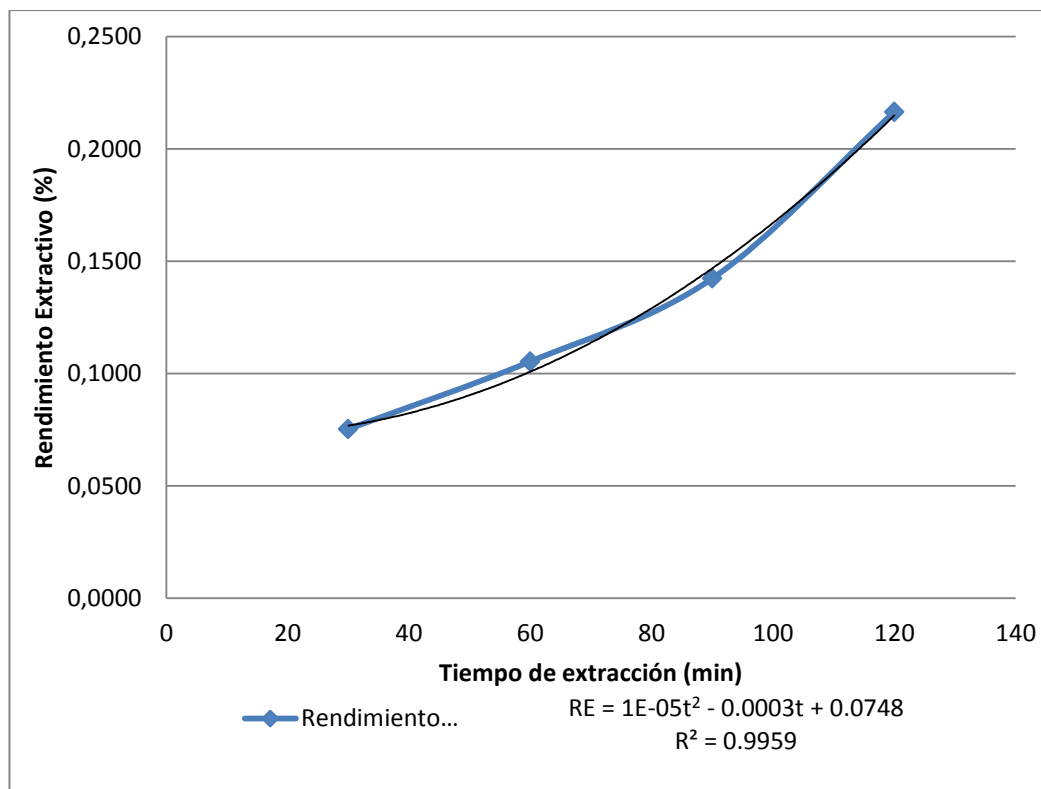
En base a los datos obtenidos a lo largo de la fase experimental del trabajo de investigación, se realizaron los cálculos necesarios para poder obtener los resultados deseados, los datos obtenidos se presentan a continuación:

Tabla LXXXV. **Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0,1179	0,0279	0,0802	0,0753	0,05
60	0,0859	0,1144	0,1159	0,1054	0,02
90	0,1213	0,1036	0,2022	0,1424	0,05
120	0,2255	0,2273	0,1965	0,2164	0,02

Fuente: elaboración propia.

Figura 14. **Resultados del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años**



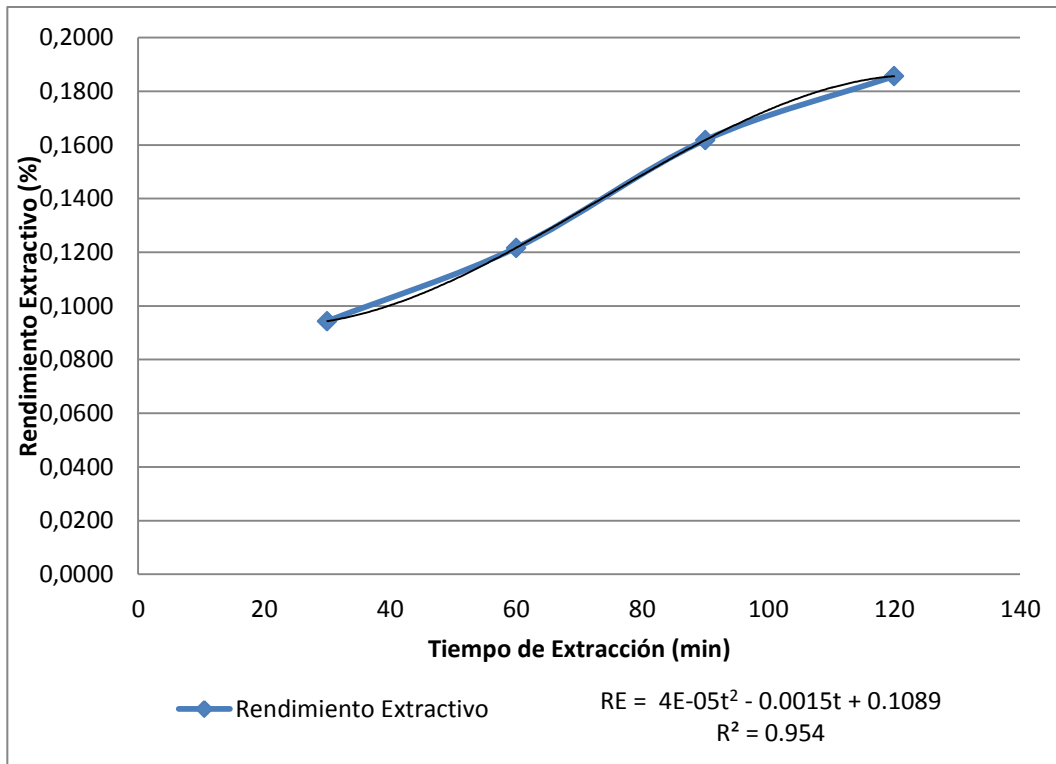
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVI. **Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de Extracción (min)	Rendimiento Extractivo			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.103	0.082	0.098	0.0943	0.01
60	0.127	0.126	0.112	0.1217	0.01
90	0.156	0.161	0.168	0.1618	0.01
120	0.187	0.172	0.198	0.1856	0.01

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Resultados del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años**



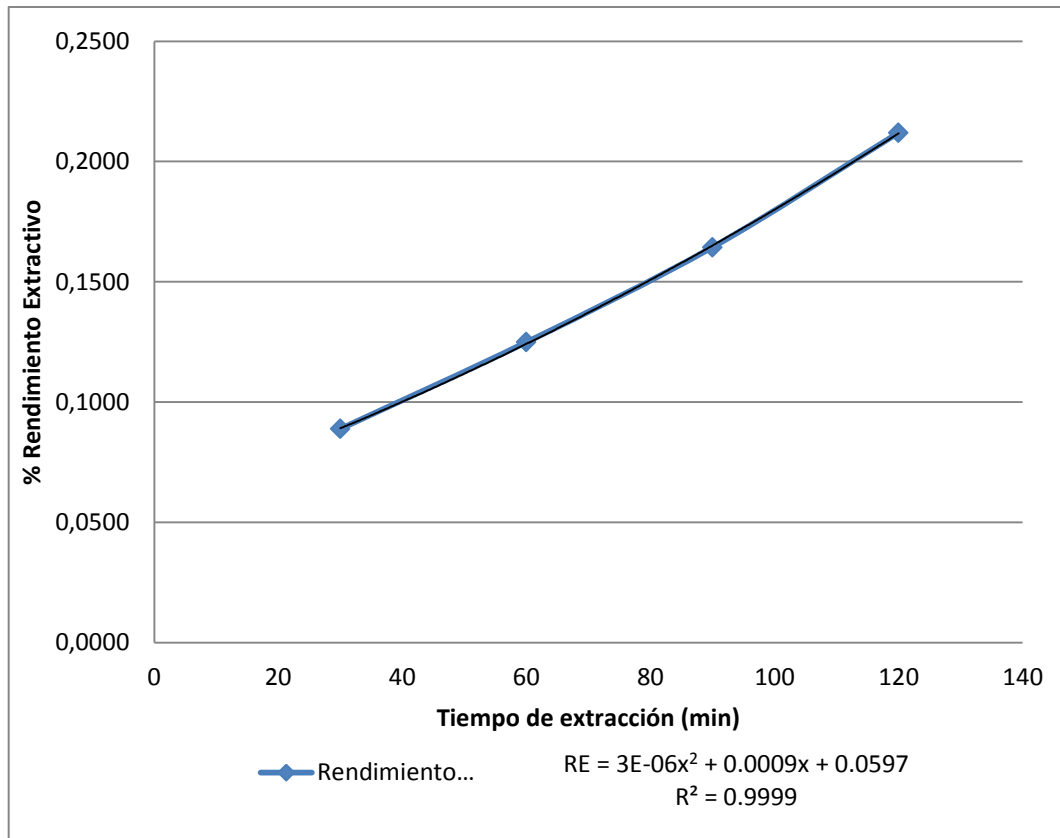
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVII. **Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de Extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,0900	0,0820	0,0940	0,0888	0,01
60	0,1140	0,1260	0,1350	0,1249	0,01
90	0,1690	0,1510	0,1730	0,1644	0,01
120	0,2100	0,2270	0,1990	0,2120	0,01

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. **Resultados del rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 15 años**



Fuente: elaboración propia.

5. Datos originales para la determinación del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés

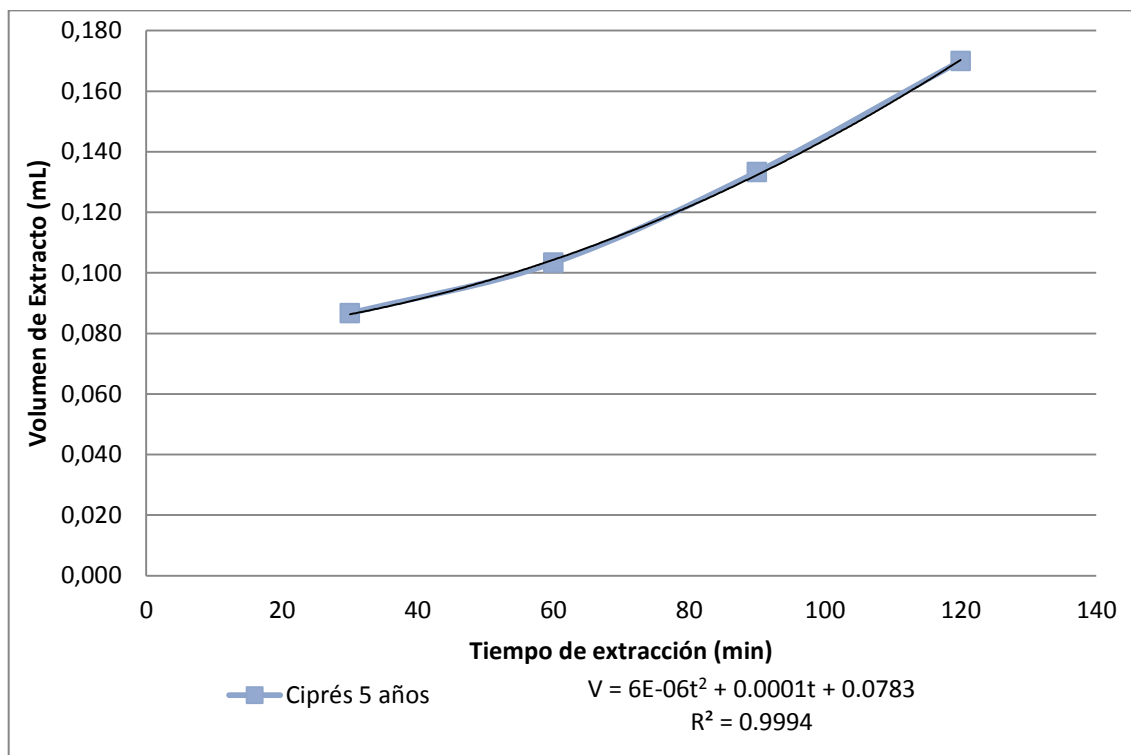
Para poder presentar los resultados del trabajo de investigación, fue necesario tomar nota de los resultados parciales del estudio, estos se presentan a continuación:

Tabla LXXXVIII. **Porcentaje de rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Volumen de extracción (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0,09	0,08	0,09	0,09	0,01
60	0,10	0,11	0,10	0,10	0,01
90	0,13	0,15	0,12	0,13	0,02
120	0,17	0,16	0,17	0,17	0,01

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Resultados del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años**



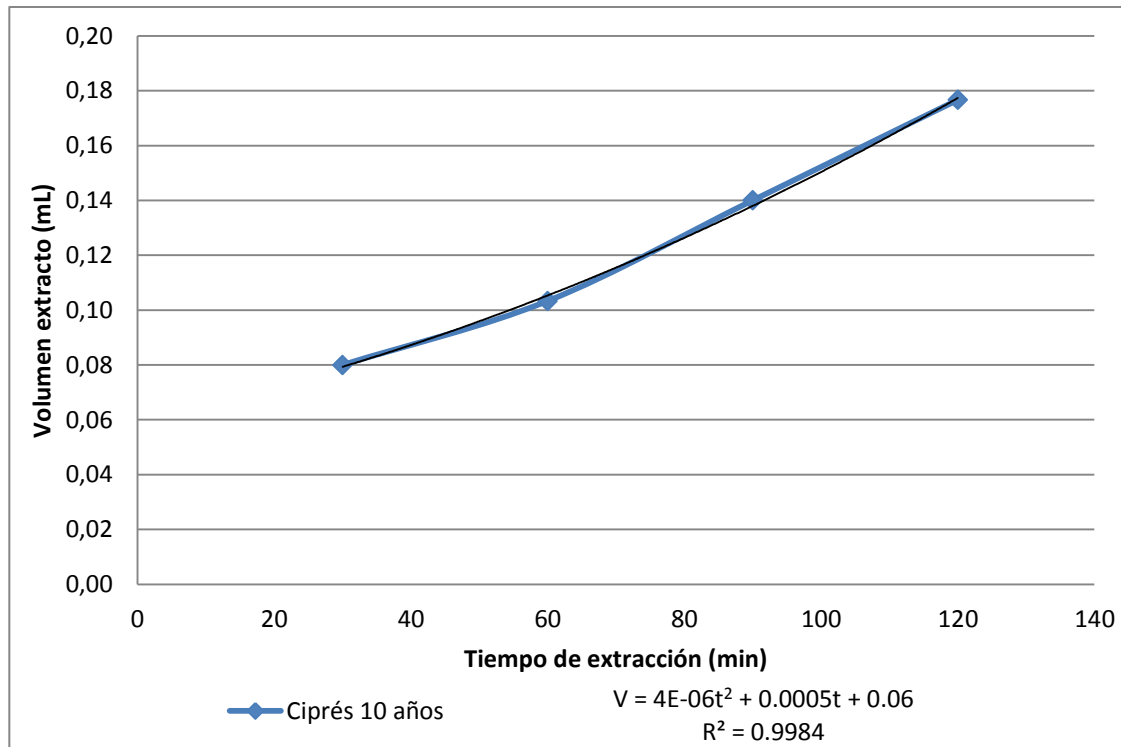
Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. **Porcentaje de rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Volumen de extracción (mL)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,09	0,08	0,07	0,08	0,01
60	0,10	0,11	0,10	0,10	0,01
90	0,15	0,14	0,13	0,14	0,01
120	0,20	0,18	0,15	0,18	0,03

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. **Resultados del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años**



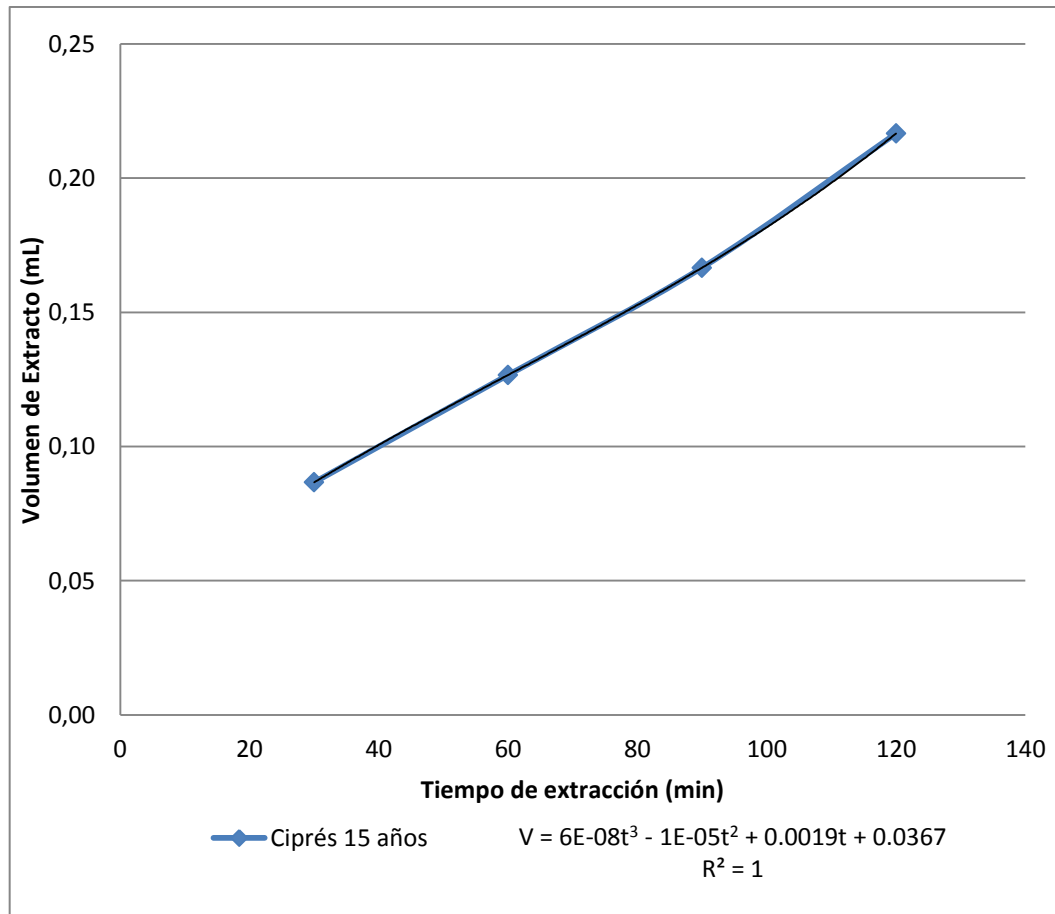
Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **Porcentaje de rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Volumen de volumétrico (mL)			X	± σ
	R1	R2	R3		
30	0,08	0,09	0,09	0,09	0,01
60	0,12	0,13	0,15	0,13	0,02
90	0,17	0,18	0,15	0,17	0,02
120	0,22	0,21	0,22	0,22	0,01

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Resultados del rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 15 años**



Fuente: elaboración propia.

6. Datos originales del contenido de α -pineno

Para poder presentar los resultados del trabajo de investigación, fue necesario tomar nota de los resultados parciales del estudio, estos se presentan a continuación:

Tabla XCI. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de 5 años**

	Tiempo de extracción (min)	α-pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	6,41
	60	6,83
	90	7,6
	120	17,42

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCII. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 10 años**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	10,05
	60	12,61
	90	0
	120	2,38

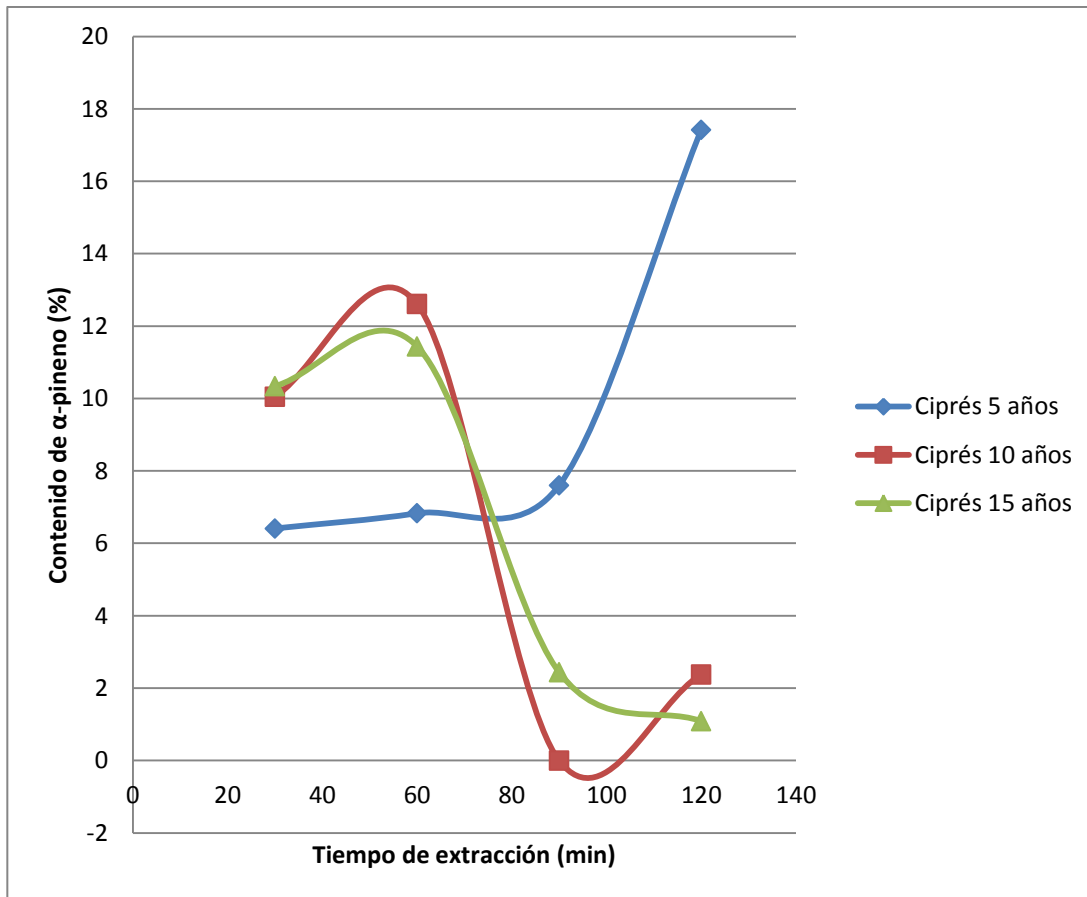
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIII. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés de 15 años**

	Tiempo de extracción (min)	α -pineno (%)
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	10,34
	60	11,44
	90	2,44
	120	1,09

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. **Resultados del contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar**



Fuente: elaboración propia

7. Datos originales del índice de refracción del aceite esencial de ciprés

Para poder presentar los resultados del trabajo de investigación, fue necesario tomar nota de los resultados parciales del estudio, estos se presentan a continuación:

Tabla XCIV. **Índices de Refracción del aceite esencial de ciprés de 5 años**

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,487
	60	1,487
	90	1,489
	120	1,489

Fuente: elaboración propia

Tabla XCV. **Índices de Refracción del aceite esencial de ciprés de 10 años**

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,486
	60	1,487
	90	1,487
	120	1,488

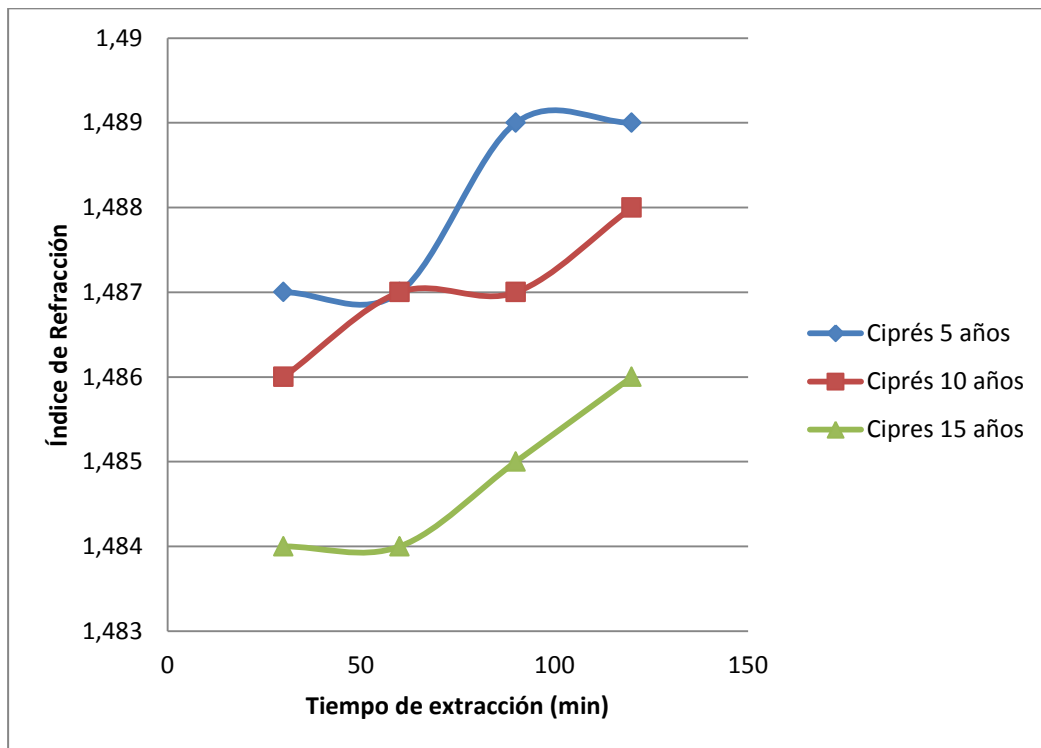
Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVI. **Índices de Refracción del aceite esencial de ciprés de 15 años**

	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.)	30	1,484
	60	1,484
	90	1,485
	120	1,486

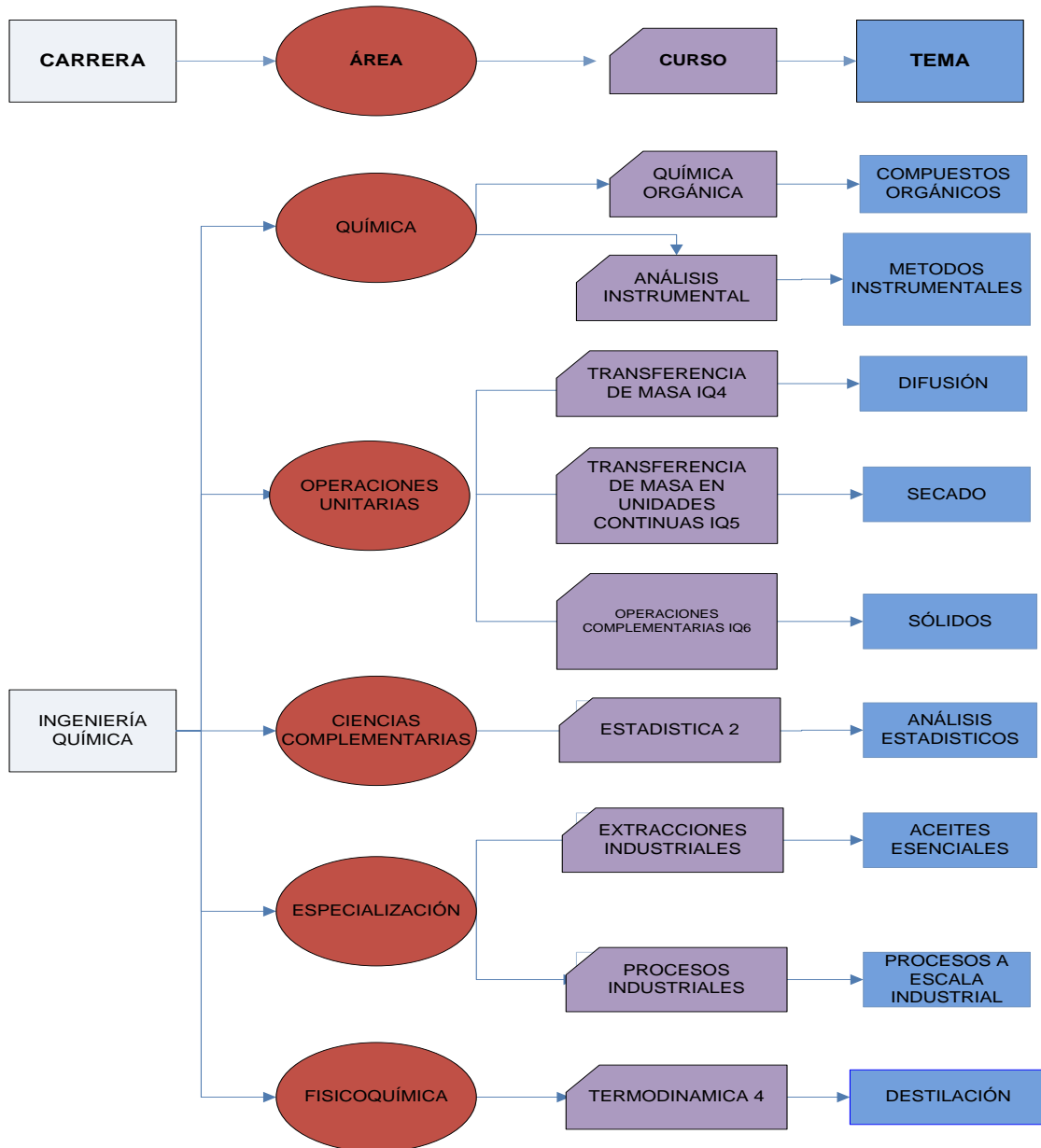
Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Resultados del índice de Refracción en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar**



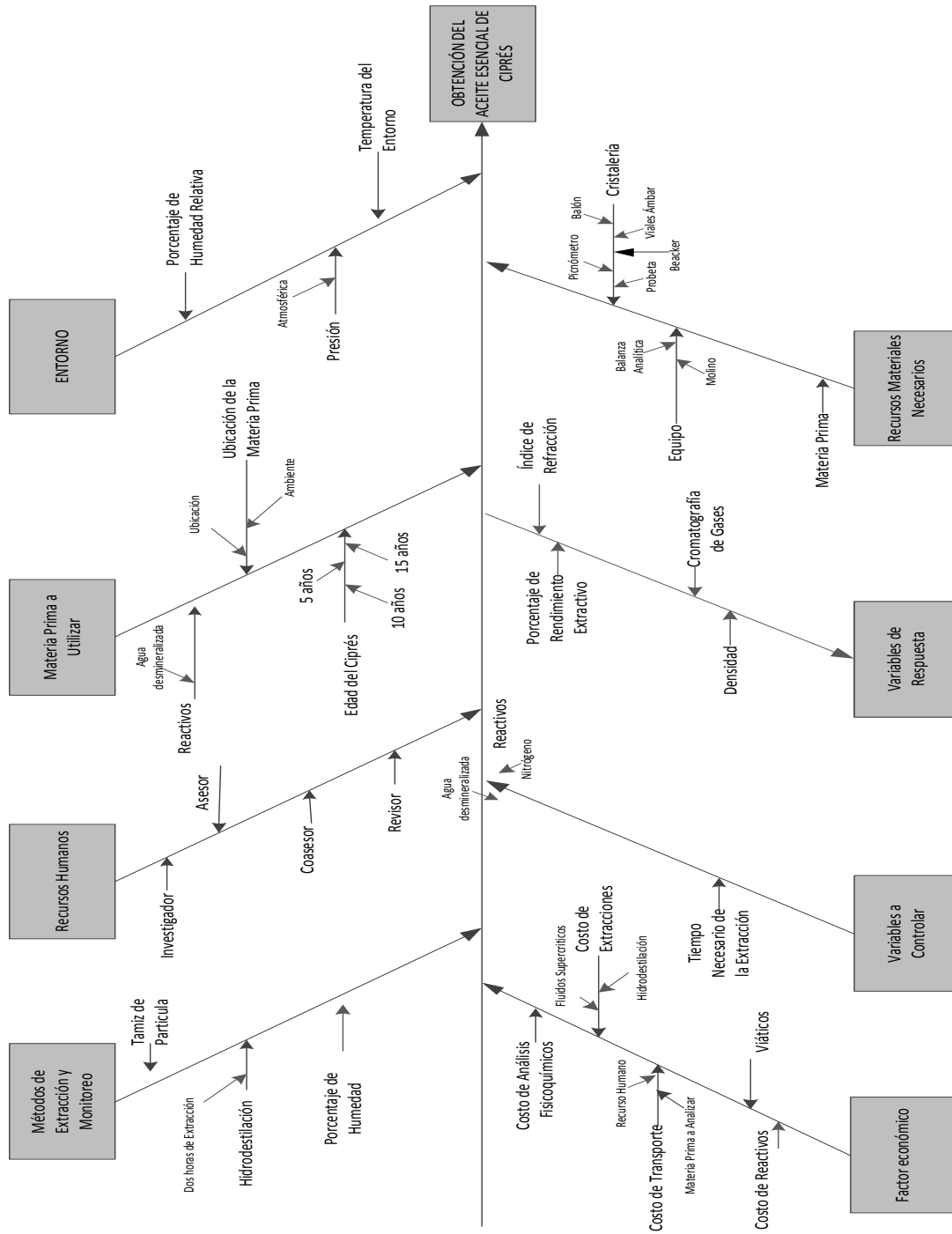
Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Obtención de la materia forestal como materia prima	■											
Caracterización de la materia foresta	■											
tratamiento de la materia prima		■										
Extracción de aceite esencial de ciprés por medio de hidrodestilación			■									
Extracción de aceite esencial de ciprés por medio de fluidos supercriticos					■	■						
Extracción a escala piloto por arrastre con vapor directo								■				
Formulación de un producto cosmético								■	■			
Recopilación de los resultados obtenidos de las extracciones realizadas									■	■		
Realización del análisis estadístico de los datos obtenidos										■	■	
Elaboración de los resultados del estudio de tesis											■	■
Análisis de los resultados obtenidos												■
Elaboración del informe final de tesis												■

Fuente: elaboración propia.

8. Experimento de dos factores y análisis de varianza para el rendimiento extractivo del aceite de ciprés

Se elaboró el experimento de dos factores y el análisis de varianza para determinar el efecto de las edades del ciprés y el tiempo de hidrodestilación con respecto al rendimiento extractivo, en base a esto se obtuvo:

Tabla XCVII. Experimento de dos factores para el rendimiento extractivo de ciprés

Edad	Tiempo de extracción				Total	Media
Factor A	30 min	60 min	90 min	120 min		
5	0,1179	0,0859	0,1213	0,2255	1,62	0,13
	0,0279	0,1144	0,1036	0,2273		
	0,0802	0,1159	0,2022	0,1965		
10	0,1029	0,1270	0,1561	0,1869	1,69	0,14
	0,0823	0,1261	0,1610	0,1718		
	0,0978	0,1119	0,1683	0,1982		
15	0,0900	0,1143	0,1688	0,2097	1,77	0,15
	0,0824	0,1255	0,1513	0,2270		
	0,0941	0,1349	0,1731	0,1993		
Total	0,7755	1,0559	1,4057	1,8422	10,16	
Media	0,0862	0,1173	0,1562	0,2047		0,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVIII. **Análisis de varianza para el rendimiento extractivo de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculada	Probabilidad	Valor crítico para F
Edad ciprés	0,0010	2	0,0005	0,9210	0,4117	3,4028
Tiempo de extracción	0,0707	3	0,0236	45,158	0,0000	3,0088
Interacción	0,0028	6	0,0005	0,8947	0,5145	2,5082
Dentro del grupo	0,0125	24	0,0005			
Total	0.0870	35				
$F_{\text{Evaluado}} > F_{\text{Crítico}}$		Falso, se acepta H_0 y se rechaza H_1				

Fuente: elaboración propia.

9. Experimento de dos factores y análisis de varianza para el rendimiento volumétrico del aceite de ciprés

Se elaboró el experimento de dos factores y el análisis de varianza para determinar el efecto de las edades del ciprés y el tiempo de hidrodestilación con respecto al rendimiento volumétrico, en base a esto se obtuvo:

Tabla XCIX. **Experimento de dos factores para el rendimiento volumétrico de ciprés**

Edad	Tiempo de extracción				Total	Media
	Factor A	30 min	60 min	90 min		
5		0,09	0,10	0,13	1,47	0,12
		0,08	0,11	0,15		
		0,09	0,10	0,12		
10		0,09	0,10	0,15	1,50	0,13
		0,08	0,11	0,14		
		0,07	0,10	0,13		

Continuación de la tabla C.

15	0,08	0,12	0,17	0,22	1,81	0,15
	0,09	0,13	0,18	0,21		
	0,09	0,15	0,15	0,22		
Total	0,76	1,02	1,32	1,68	9,56	
Media	0,0844	0,1133	0,1467	0,1867		0,93

Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **Análisis de varianza para el rendimiento volumétrico de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Edad ciprés	0,0059	2	0,0030	20,442	6,5589E-06	3,4028
Tiempo de extracción	0,0523	3	0,0174	120,692	1,3028E-14	3,0088
Interacción	0,0020	6	0,0003	2,365	6,1538E-02	2,5082
Dentro del grupo	0,0035	24	0,0001			
Total	0,0637	35				
$F_{\text{Evaluado}} > F_{\text{Crítico}}$		Verdadero, se rechaza H_0 y se acepta H_1				

Fuente: elaboración propia.

10. Experimento de dos factores y análisis de varianza para el contenido de α -pineno del aceite de ciprés

Se elaboró el experimento de dos factores y el análisis de varianza para determinar el efecto de las edades del ciprés y el tiempo de hidrodestilación con respecto al contenido de α -pineno, en base a esto se obtuvo:

Tabla CI. **Experimento de dos factores para el contenido de α -pineno de ciprés**

Edad	Tiempo de Extracción				Total	Media
	Factor A	30 min	60 min	90 min		
5 años	6,41	6,83	7,60	17,42	38,26	9,57
10 años	10,05	12,61	0,00	2,38	25,04	6,26
15 años	10,34	11,44	2,44	1,09	25,31	6,33
Total	26,80	30,88	10,04	20,89	177,22	
Media	8,93	10,29	3,35	6,96		51,69

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Análisis de varianza del contenido de α -pineno de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Edad ciprés	28,5453	2	14,2727	0,4399	0,6633	5,1433
Tiempo de extracción	82,0250	3	27,3417	0,8427	0,5185	4,7571
Error	194,6820	6	32,4470			
Total	305,2523	11				
$F_{\text{Evaluado}} > F_{\text{Crítico}}$		Falso, se acepta H_0 y se rechaza H_1				

Fuente: elaboración propia.

11. Experimento de dos factores y análisis de varianza para el índice de refracción del aceite de ciprés

Se elaboró el experimento de dos factores y el análisis de varianza para determinar el efecto de las edades del ciprés y el tiempo de hidrodestilación con respecto al Índice de Refracción, en base a esto se obtuvo:

Tabla CIII. Experimento de dos factores para el Índice de Refracción de ciprés

Edad	Tiempo de Extracción				Total	Media
	30 min	60 min	90 min	120 min		
5 años	1,48	1,48	1,48	1,48	5,95	1,49
10 años	1,48	1,48	1,48	1,48	5,94	1,49
15 años	1,48	1,48	1,48	1,48	5,93	1,48
Total	4,46	4,46	4,46	4,46	35,68	
Media	1,49	1,49	1,49	1,49		10,41

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIV. Análisis de varianza del Índice de Refracción de ciprés

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Edad ciprés	2,217E-05	2	1,108E-05	57	0,0001	5,1433
Tiempo de extracción	7,583E-06	3	2,527E-06	13	0,0049	4,7571
Error	1,166E-06	6	1,944E-07			
Total	3,091E-05	11				
$F_{\text{Evaluado}} > F_{\text{Crítico}}$		Verdadero, se rechaza H_0 y se acepta H_1				

Fuente: elaboración propia

ANEXOS

Figura 25. **Recolección de la materia prima de ciprés**



Fuente: Finca Xejolón. Municipio de Patzún. Chimaltenango.

Figura 26. **Hojas de ciprés (Cupressus lusitánica Mill.)**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Figura 27. **Proceso de extracción del aceite esencial de ciprés**



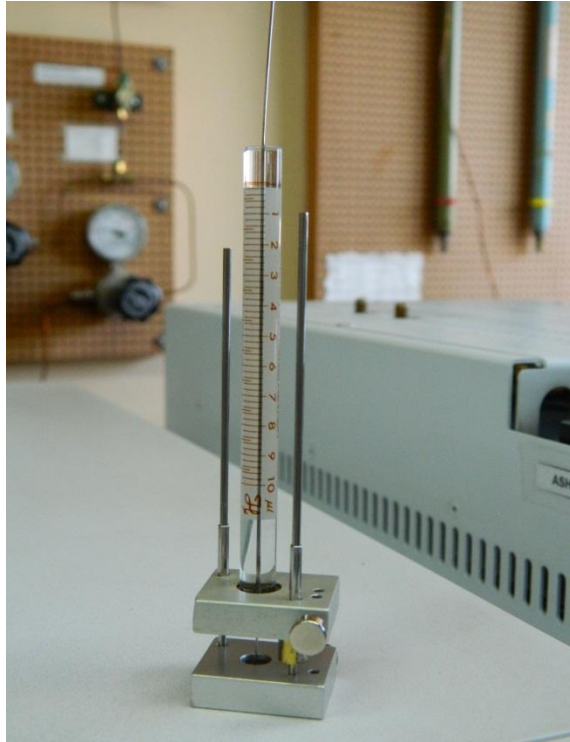
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIECVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Figura 28. Aceite esencial de ciprés

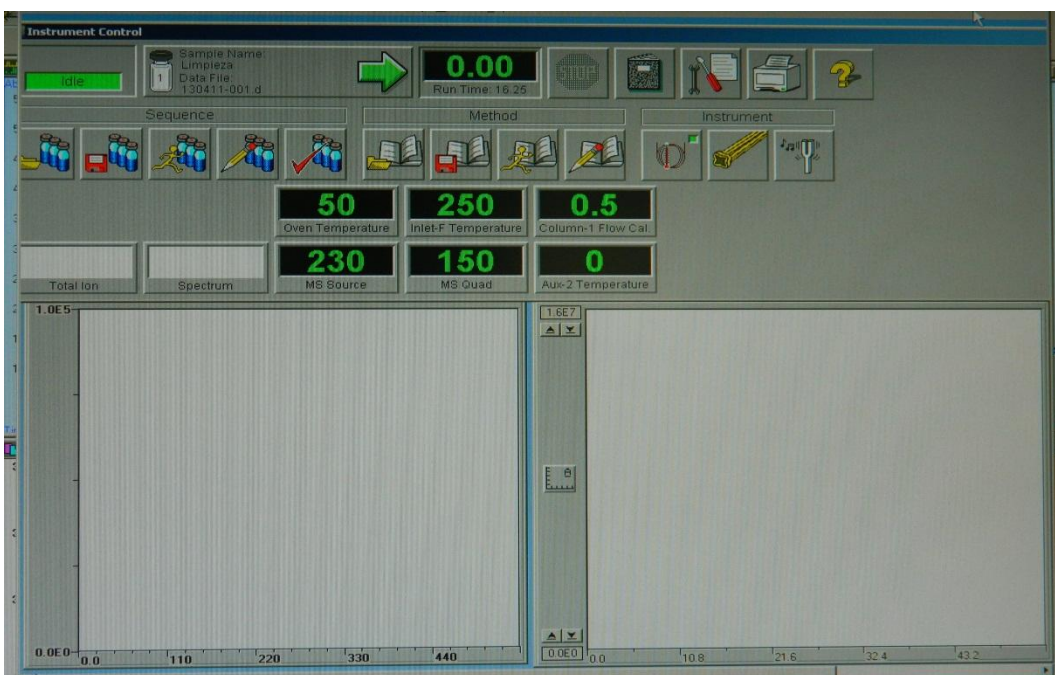
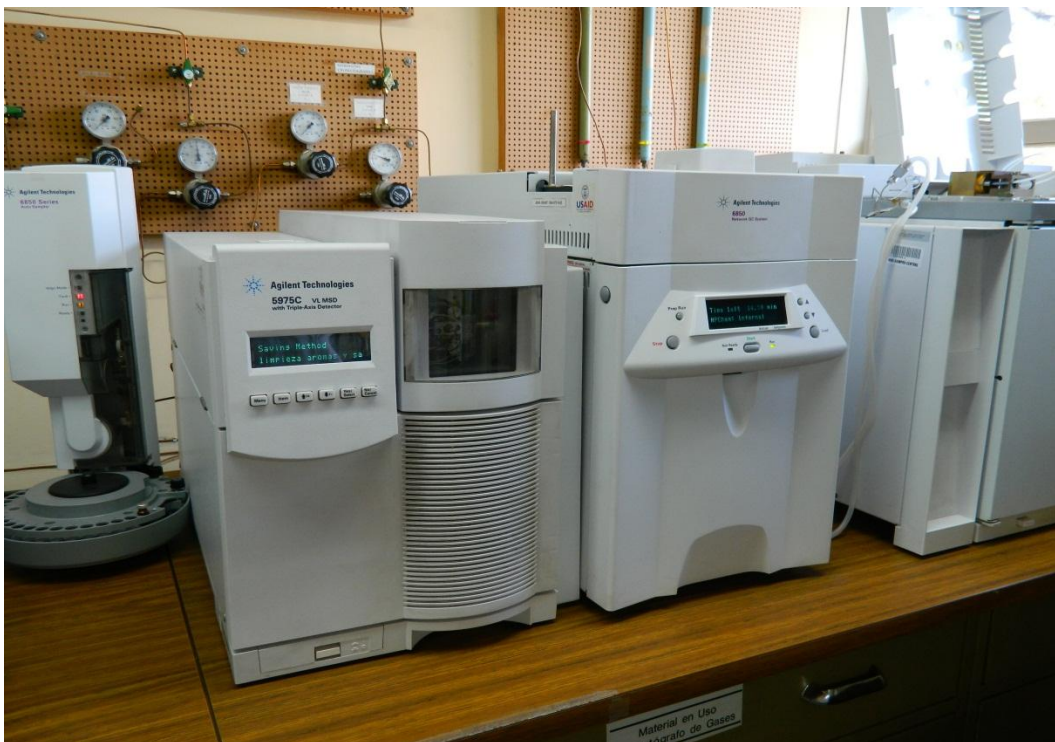


Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Figura 29. **Cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS)**



Continuación de la figura 29.

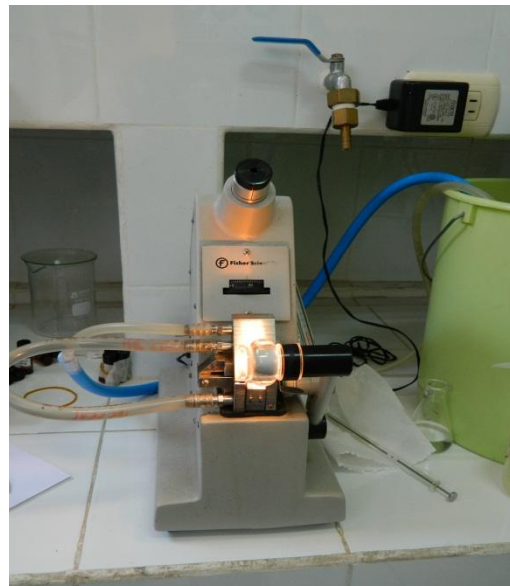


Continuación de la figura 29.

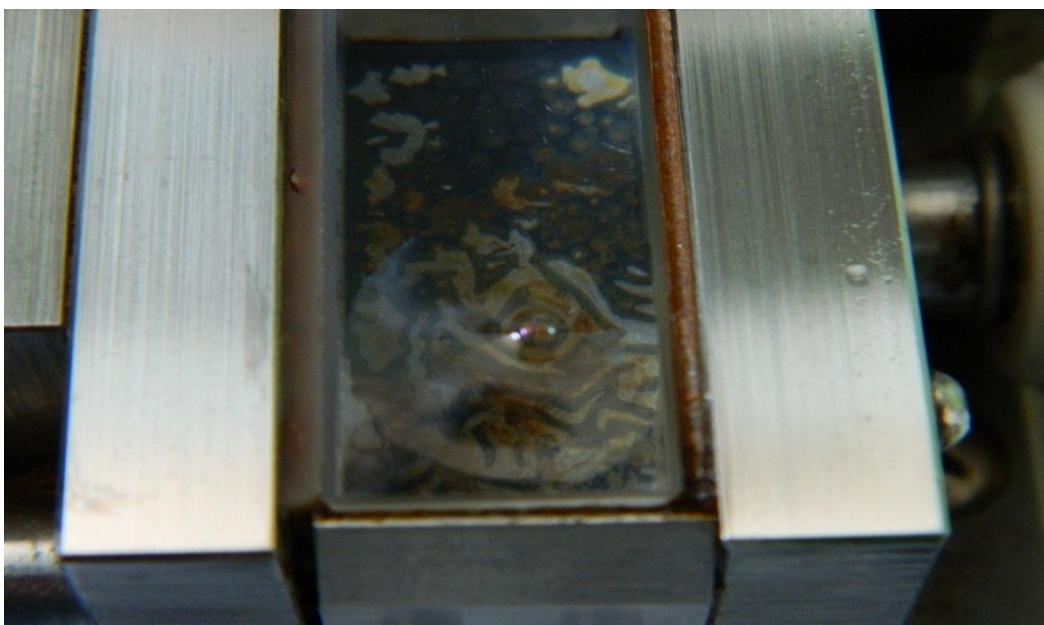
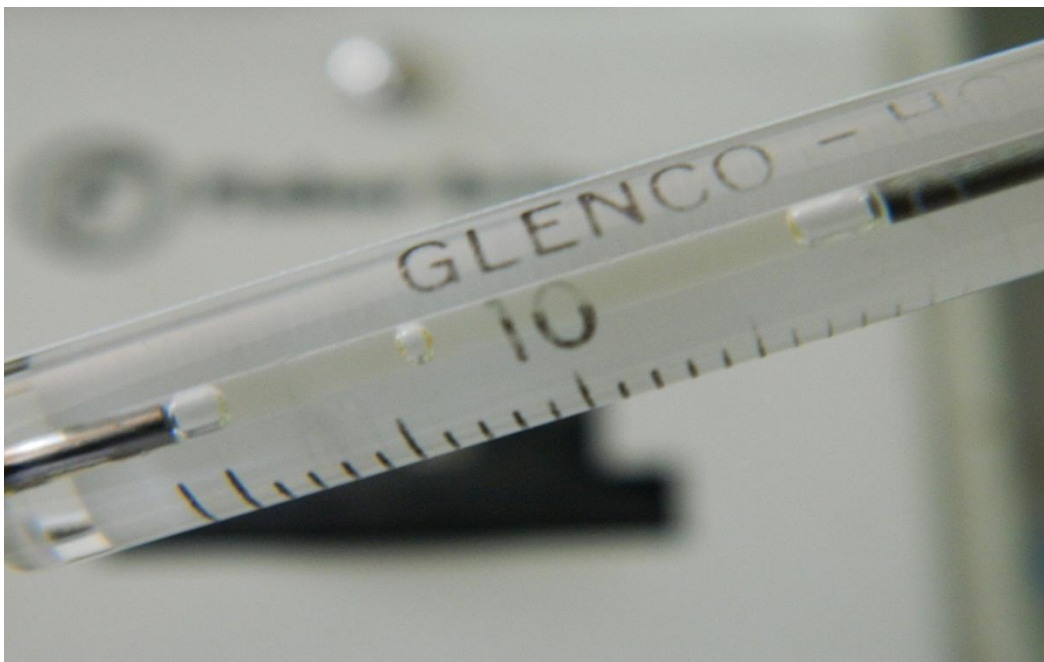


Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 30. **Determinación del Índice de Refracción**

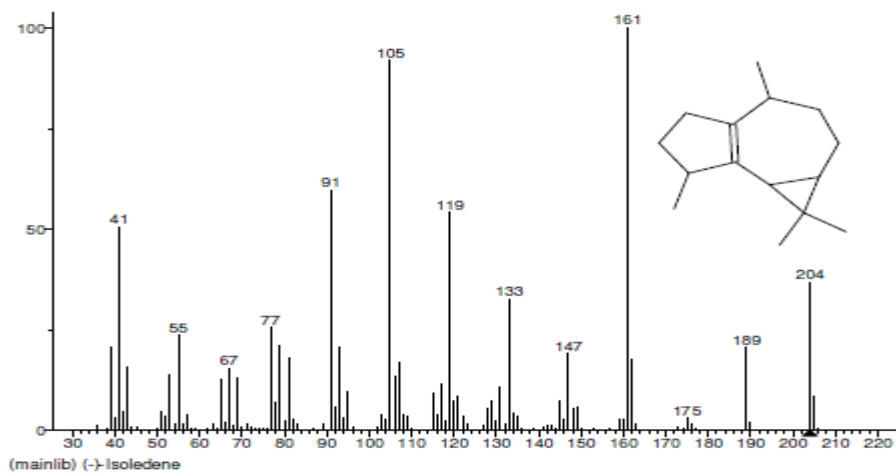


Continuación de la figura 30.



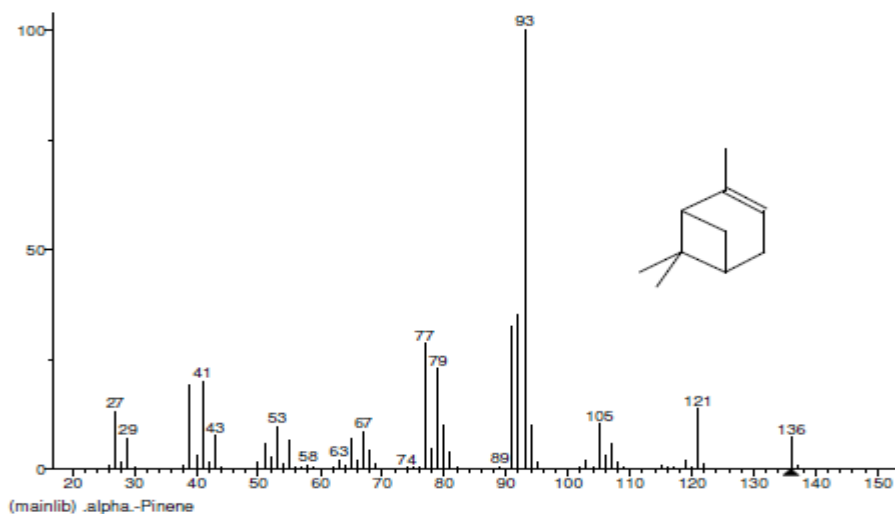
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.

Figura 31. Espectro de masas del Isoleno



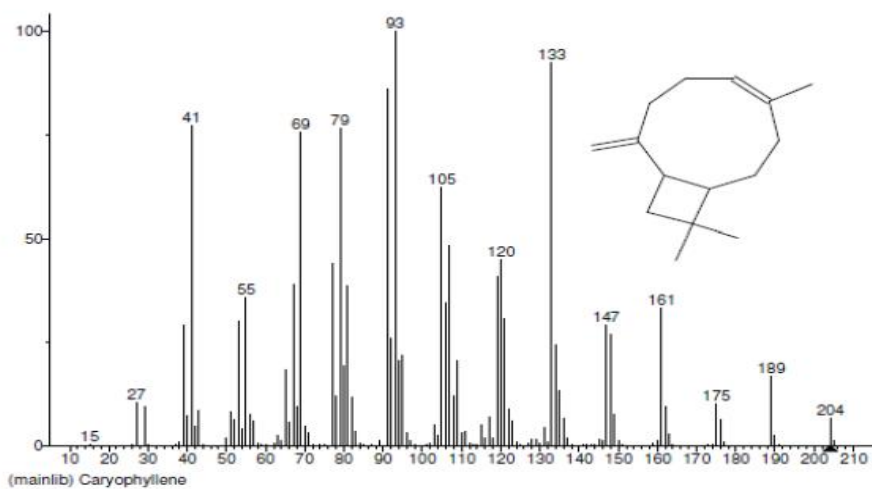
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 32. Espectro de masas del Alfa-Pineno



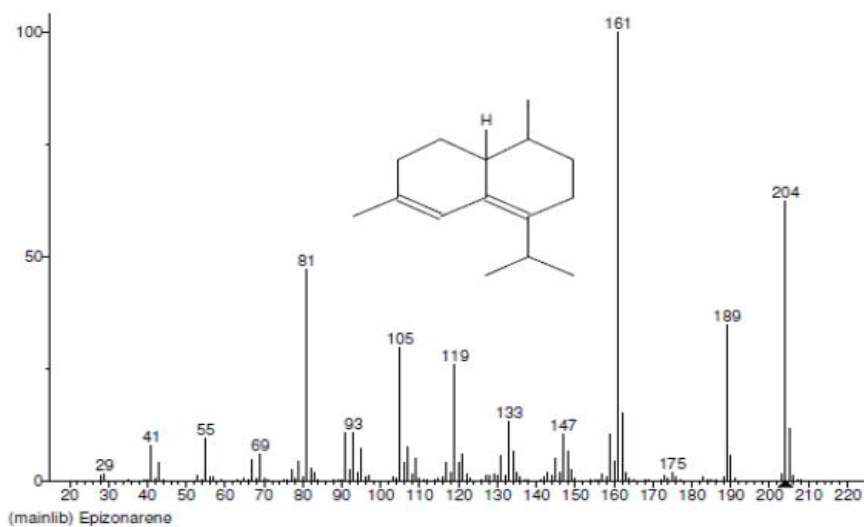
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Facultad de Ciencias Química y Farmacia, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 33. **Espectro de masas del caryopileno**



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 34. **Espectro de masas del D-limoneno**



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 35. Cromatografía del aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 120 minutos

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : Adem
 Sample : crom 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Ant.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.522	0.25	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexenal 2-Hexenal, (E)- 2-Hexenal	3066 3104 3068	000505-57-7 006720-26-3 000505-57-7	96 95 94
2	4.423	0.36	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, didehydro deriv. Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	15391 15380 15375	058037-87-9 002867-05-2 002867-05-2	94 91 91
3	4.619	17.42	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15178 15186 15181	000080-56-8 007785-70-8 000080-56-8	89 89 86
4	4.728	0.24	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene- 3-Carene Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-1-3-methylene-, (1R)-	15367 15156 15386	000471-84-1 013466-78-9 005794-03-6	95 68 64
5	4.750	0.23	C:\Database\NIST05a.L Camphene .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15152 15171 15390	000079-92-5 000127-91-3 018172-67-3	95 87 83
6	5.101	2.66	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15374 15373 15198	028634-89-1 003387-41-5 000555-10-2	91 91 90
7	5.160	0.96	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	95 94 94
8	5.292	1.53	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene	15374 15179 15177	028634-89-1 000123-35-3 000123-35-3	87 76 70
9	5.533	0.05	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	15202 15203 15375	000099-83-2 000099-83-2 002867-05-2	90 90 72
10	5.633	3.24	C:\Database\NIST05a.L			

ACCELERANTES VAPOR.M Tue May 07 08:20:20 2013

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchen\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	5.737	0.37	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15169 15319 15317	029050-33-7 98 000554-61-0 97 000554-61-0 95	
11	5.965	3.65	C:\Database\NIST05a.L Limonene D-Limonene D-Limonene	15154 15164 15165	000138-86-3 90 005989-27-5 86 005989-27-5 86	
12	6.160	0.06	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene 4-Carene 4-Carene, (1S,3R,6R)-(-)-	15151 15150 15215	013466-78-9 94 1000150-36-1 93 005208-49-1 93	
13	6.369	0.79	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15347 15355	000099-85-4 94 000099-85-4 94 000099-85-4 94	
14	6.538	0.02	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- n-Mentha-4,8-diene, (1S,3S)-(+)- (+)-4-Carene	15312 15246 15169	000586-67-4 76 005208-51-5 74 029050-33-7 64	
15	6.815	1.07	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- (+)-4-Carene	15339 15340 15169	000586-62-9 97 000586-62-9 96 029050-33-7 96	
16	6.929	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylathan-yl)- Benzene, 2-ethenyl-1,4-dimethyl- Benzene, (1-methylenepropyl)-	13649 13636 13612	001195-32-0 98 002039-89-6 78 002039-93-2 70	
17	7.147	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25636 25643 15283	000078-70-6 86 000078-70-6 86 003338-55-4 55	
18	7.284	1.41	C:\Database\NIST05a.L Tridecane, 6-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl-	55981 18550 18521	013287-21-3 50 014676-29-0 49 007146-60-3 49	
19	7.438	0.11	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2-Nonanol	20300	000628-99-9	78
			2-Nonanol	20292	000628-99-9	78
			2-Octanol	13190	000123-96-6	72
20	7.557	0.35	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, trans-3-Nonyne, 9-methoxy-2-Heptanol, 6-methyl-	25802	029803-81-4	87
				25550	054699-39-7	37
				13257	004730-22-7	27
21	7.807	0.53	C:\Database\NIST05a.L Camphor Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)- Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-	24021	000076-22-2	98
				24298	000464-49-3	98
				24299	000464-49-3	98
22	7.961	0.50	C:\Database\NIST05a.L 4N-Ethylcytosine 2(1R)-Pyridinethione, 1,5-dimethyl 2(1R)-Pyridinethione, 1,6-dimethyl	17127	089711-97-7	47
				17219	019006-68-9	47
				17221	019006-69-0	43
23	8.316	3.70	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22939	024545-81-1	97
				22937	024545-81-1	94
				22938	024545-81-1	94
24	8.439	3.68	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
				25784	020126-76-5	94
				25750	000562-74-3	93
25	8.544	0.31	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- trans-3-Penten-2-ol	25784	020126-76-5	58
				25751	000562-74-3	49
				1725	003899-34-1	41
26	8.689	0.70	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha., 4-trimethyl-, (S)- (+)-4-Carene Isobornyl formate	25845	010482-56-1	64
				15169	029050-33-7	51
				44323	001200-67-5	43
27	8.871	0.15	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexanol, acetate Bornyl acetate p-Menthane-1,3-diol	20070	005953-49-1	32
				54228	000076-49-3	14
				37507	001612-98-2	12
28	9.189	0.44	C:\Database\NIST05a.L			

ACEITES ESE...LES SCAN 2.M Fri Apr 12 13:49:04 2013

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdaM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
27	9.595	0.18	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-t rimethyl-, acetate, (1S-endo)- Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester Bornyl acetate	54340 54321 54231	005655-61-8 092618-89-8 000076-49-3	99 98 92
28	9.781	0.10	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl thylidene)- Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl thylidene)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr imethyl-	15338 15339 15317	000586-62-9 000586-62-9 000554-61-0	78 78 78
29	9.941	0.32	C:\Database\NIST05a.L Propanoic acid, 2-octyl ester, (R or S) Nonane, 5-(1-methylpropyl)- Propanoic acid, nonyl ester	47280 46171 57087	1000164-41-5 062185-54-0 053184-67-1	43 38 32
30	10.491	2.12	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate 1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methylthyl)- (+)-4-Carane	54339 15357 15169	000080-26-2 000099-86-5 029050-33-7	90 87 87
31	10.814	0.07	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 6-isopropyl dene-1-methyl- Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester	15364 54323 54321	024524-57-0 092618-89-8 092618-89-8	74 68 62
32	11.050	0.30	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha. pha.,2.beta.,4.beta.)]- Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha. pha.,2.beta.,4.beta.)]- Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis(1-methylethenyl)-	60003 60001 59911	000515-13-9 000515-13-9 110823-68-2	60 49 45
33	11.246	0.09	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylet henyl)-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8 a.beta.)]- 1H-Cycloprop[azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.b eta.,7b.alpha.)]- Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth	60054 60076 60051	000473-13-2 025246-27-9 010219-75-7	93 91 90

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdeM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			enyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.alpha.)]-			
34	11.519	3.14	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	99
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	59971	000118-65-0	97
35	11.646	0.10	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59801	000087-44-5	93
			Ylanqena	59782	014912-44-8	89
			10s,11s-Himachala-3(12),4-diene	59868	060909-28-6	89
36	11.855	4.25	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	83
			(+)-Epi-bicyclosesquiphallandrene	59869	054324-03-7	72
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	72
37	11.987	1.00	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60065	030021-74-0	90
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	89
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	60057	039029-41-9	87
38	12.156	8.68	C:\Database\NIST05a.L (+)-Epi-bicyclosesquiphallandrene	59869	054324-03-7	93
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60068	030021-74-0	91
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59979	000483-76-1	90
39	12.238	1.18	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58537	000644-30-4	97
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58536	000644-30-4	94
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58538	000644-30-4	93
40	12.297	0.40	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-	59960	023986-74-5	96

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130506-008.D						
Title :						
Acq On : 6 May 2013 13:56						
Operator : AdeM						
Sample : croms 5a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]benzene, octahydro-7-methyl-3-methylene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7a.S*)]-.alpha.-Cubebene	60103	013744-15-5	90
				59821	017699-14-8	89
41	12.515	5.12	C:\Database\NIST05a.L			
			(-)-Isolodene	59799	1000109-87-9	94
			Isolodene	59783	1000156-10-8	94
			Cyclohexane, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)-	59984	005951-67-7	94
42	12.606	3.49	C:\Database\NIST05a.L			
			Copsene	59779	003856-25-5	72
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60056	000469-61-4	68
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60061	000469-61-4	64
43	12.651	0.50	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-	59967	003242-08-8	76
			3-Methyl-trans-3a,4,7,7a-tetrahydroindane	15309	1000145-84-3	60
			1,3,6-Heptatriene, 2,5,5-trimethyl	15274	029548-02-5	58
44	12.783	1.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	97
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59979	000483-76-1	94
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59977	000483-76-1	93
45	12.838	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	58550	000483-77-2	96
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,5,7-trimethyl-	39067	021693-55-0	86
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6,8-trimethyl-	39069	030316-36-0	86
46	12.911	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Thujopsene	59787	000470-40-6	64
			1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8-hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-, (59959	001461-03-6	64
ACCELERANTES VAPOR.M Tue May 07 08:20:20 2013						
						Page: 6

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdaM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			R)- 1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8 -hexahydro-3,5,5,9-tetramethyl-, (R)-	59961	001461-03-6	50
47	13.252	0.13	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octa hydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methyleth anyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a. alpha.)]- Cyclohexane, 6-ethanyl-6-methyl-1- (1-methylethyl)-3-(1-methylethylid ene)-, (S)- (-)-Isocaromadendrene-(V)	60051 59984 59859	010219-75-7 005951-67-7 1000156-14-3	95 89 89
48	13.384	1.04	C:\Database\NIST05a.L 1-Dimethyl(phenyl)silyloxy-pentane [1,2,4]Triazolo[1,5-a]pyrimidine-6 -carboxylic acid, 7-amino-, ethyl ester 1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimet hylethyl)-	72668 62334 72743	1000280-41-7 1000316-75-8 000088-58-4	47 47 43
49	13.516	1.20	C:\Database\NIST05a.L 1H-Indole, 1-methyl-2-phenyl- 3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0 .0(4,11)]undecan-1-ol 4-(3-Hydroxy-2,6,6-trimethylcycloh ex-1-enyl)pent-3-en-2-one	62235 72963 72773	003558-24-5 117591-80-7 097306-57-5	43 40 40
50	13.652	1.49	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide Cyclohexane, 3-methyl-6-(1-methyle thanyl)-, (3R-trans)- Caryophyllene oxide	71350 15383 71353	001139-30-6 005113-87-1 001139-30-6	70 46 38
51	13.957	0.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-carboxaldehyde, 3,4 -dimethyl- 3-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethy l- 3-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethy l-	17043 17009 17002	1000131-99-4 000471-01-2 000471-01-2	87 46 46
52	14.089	1.06	C:\Database\NIST05a.L Epi-lobulol Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydr o-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)- Cubanol	72900 59947 72893	1000150-05-1 016728-99-7 021284-22-0	41 38 38
53	14.334	1.50	C:\Database\NIST05a.L Di-epi-.alpha.-cedrene-(I) 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8, 8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a. .alpha.)]- 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,	59867 60059 60061	021996-77-0 000469-61-4 000469-61-4	78 64 60

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdaM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-			
54	14.498	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a- octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methyl ethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a. beta.,8a.beta.)]-	73021	019435-97-3	90
			Copaene	59780	003856-25-5	90
			1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a- octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methyl ethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a. beta.,8a.beta.)]-	73022	019435-97-3	86
55	14.516	0.32	C:\Database\NIST05a.L 1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a- octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methyl ethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a. beta.,8a.beta.)]-	73021	019435-97-3	91
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8 a.alpha.)-	60057	039029-41-9	89
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)-	60068	030021-74-0	87
56	14.689	1.30	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cadinol	72908	000481-34-5	87
			1,5-Cyclodecadiene, 1,5-dimethyl-8 -(1-methylethylidene)-, (E,E)- .tau.-Murolol	59934	015423-57-1	50
				72907	019912-62-0	45
57	14.894	0.10	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropanemethanol, .alpha., 2-di methyl-2-(4-methyl-3-pentenyl)-, [1 1.alpha.(R*),2.alpha.]-	44586	121959-70-4	64
			.alpha.-Bisabolol	72913	072691-24-8	58
			Humulane-1,6-dien-3-ol	72919	1000140-23-1	55
58	15.554	0.03	C:\Database\NIST05a.L N-Oxide benzo[b]-1,4-diazabicyclo[2.2.2]octane	40018	313554-16-4	42
			8-Quinolinol, 2-methyl-	29095	000826-81-3	25
			7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]un decanol, 4,4,11,11-tetramethyl-	71428	074842-43-6	25
59	15.836	0.22	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-	59908	005989-08-2	72
			Di-epi-.alpha.-cedrene	59852	1000156-13-3	51
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., 4-dimethyl-.alpha.-(4-methyl-3-pen tenyl)-, [R-(R*,R*)]-	72995	023178-88-3	43

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130506-008.D						
Title :						
Acq On : 6 May 2013 13:56						
Operator : AdaM						
Sample : croms 5a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
60	15.949	0.02	C:\Database\NIST05a.L 1H-3a,7-Methanoazulena, 2,3,4,7,8, 8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]- Di-epi-.alpha.-cedrene	60059 59852 60061	000469-61-4	42 42 42
61	15.963	0.02	C:\Database\NIST05a.L 1H-3a,7-Methanoazulena, 2,3,4,7,8, 8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]- 1H-3a,7-Methanoazulena, 2,3,4,7,8, 8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]- 1H-3a,7-Methanoazulena, 2,3,4,7,8, 8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]-	60059 60061 60060	000469-61-4	74 70 60
62	16.886	0.06	C:\Database\NIST05a.L cis-3-Hexanilcinamato cis-3-Hexanilcinamato Propanedioico acid, nitrilo, hidraz ida, N2-(1-oxo-3-fenil-2-propenil)-	78686 78687 77809	068133-75-5	93 72 43
63	16.968	0.11	C:\Database\NIST05a.L Isoamil cinamato Propanedioico acid, nitrilo, hidraz ida, N2-(1-oxo-3-fenil-2-propenil)- Isoamil cinamato	69824 77809 69822	007779-65-9	47 42 38
64	17.382	0.20	C:\Database\NIST05a.L Oxocicloheptadecan-2-ona Hexadecanoico acid, Z-11- Z-12-Tetradecenal	94746 94745 64373	000109-29-5 002416-20-8 1000130-76-5	90 59 55
65	17.450	0.07	C:\Database\NIST05a.L Kaur-16-ona, (8.beta.,13.beta.)- Trachilobano Kaur-16-ona	107067 107064 107063	020070-61-5 005282-35-9 000562-28-7	70 50 50
66	17.555	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Pentadieno, 3-metil-, (E)- 4-Metil-1,3-pentadieno 1,3-Pentadieno, 3-metil-, (Z)-	1237 1207 1238	002787-43-1 000926-56-7 002787-45-3	38 38 38
67	17.814	0.45	C:\Database\NIST05a.L Kaur-15-ona, (5.alpha.,9.alpha.,10 .beta.)-	107076	000511-85-3	99
ACELERANTES VAPOR.M Tue May 07 08:20:20 2013						
						Page: 9

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdaM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Kaur-15-one, (5.alpha.,9.alpha.,10	107077	000511-85-3	99
			.beta.)-			
			Kaur-15-one, (5.alpha.,9.alpha.,10	107075	000511-85-3	91
			.beta.)-			
68	17.896	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			(E,E)-7,11,15-Trimethyl-3-methylen	107090	070901-63-2	68
			e-hexadeca-1,6,10,14-tetraene			
			1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3	107098	001898-13-1	64
			,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl)			
			-, [S-(E,Z,E,E)]-			
			Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-	59917	242794-76-9	55
			4,8,8-trimethyl-4-vinyl-			
69	18.046	0.56	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethanyld	118755	001227-93-6	87
			odacahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy			
			1-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.bet			
			a.,10a.alpha.,10b.beta.)-			
			1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethanyld	118754	000596-84-9	81
			odacahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy			
			1-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alph			
			a.,10a.beta.,10b.alpha.)-			
			3-Butan-1-one, 4-[2,6,6-trimethyl-	51326	085949-43-5	30
			1(or 2)-cyclohexen-1-yl]-			
70	18.369	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Pentacyclo[9.1.0.0(2,4).0(5,7).0(8	107099	1000152-38-2	48
			,10)]dodecane, 3,3,6,6,9,9,12,12-o			
			ctamethyl-, anti,syn,anti-			
			4H-1,3-Benzodioxin-4-one, 2-(1,1-d	102648	124899-18-9	38
			imethylethyl)hexahydro-5-methyl-4a			
			-(2-propenyl)-, [2s-(2.alpha.,4a.a			
			lpha.,5.beta.,8a.beta.)]-			
			Cyclohexane, 3,4-bis(1-methylethen	51373	061142-74-3	38
			yl)-1,1-dimethyl-			
71	18.651	0.33	C:\Database\NIST05a.L			
			7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3	105799	1000210-28-9	97
			,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthre			
			na			
			Phenanthrene, 1,2,3,4,4a,9,10,10a-	105800	019407-28-4	49
			octahydro-1,1,4a-trimethyl-7-(1-me			
			thylethyl)-, (4aS-trans)-			
			5-tert-Butyl-2,2'-dimethoxy-biphen	105694	1000318-04-7	30
			yl			
72	18.915	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3	107097	001898-13-1	60
			,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl)			
			-, [S-(E,Z,E,E)]-			
			Benzocyclododecane, 2,3-diethyl-4a	107092	061141-65-9	56
			,5,6,7,8,9,10,11,12,13-dacahydro-			
			Kaur-16-one, (8.beta.,13.beta.)-	107066	020070-61-5	53
73	19.361	8.81	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(61502	1000197-08-4	53

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130506-008.D
 Title :
 Acq On : 6 May 2013 13:56
 Operator : AdaM
 Sample : croms 5a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)- 2,4,7-Pteridinetriamina, 6-methyl- Anthracena, 9-dodecyltetradecahydr o-	50708 157350	017539-50-3 055401-75-7	38 37
74	19.766	0.04	C:\Database\NIST05a.L 5-Hexen-1-one, 1-(1H-imidazol-4-yl)-4,4-dimethyl- 1-Naphthalenopropanol, .alpha.-eth enyldecahydro-2-hydroxy-.alpha., 2, 5,5,8a-pentamethyl-, [1R-[1.alpha. (R*), 2.beta., 4a.beta., 8a.alpha.]]- N-Acrylonitril-2,2,6,6-tetramethyl piperidina	51040 129841 51245	069393-41-5 000515-03-7 077376-88-6	45 38 25
75	19.816	0.19	C:\Database\NIST05a.L .beta.-iso-Methyl ionona 5-(7a-Isopropenyl-4,5-dimethyl-oct ahydroinden-4-yl)-3-methyl-pent-2- en-1-ol 4,8a-Dimethyl-6-(2-methyl-oxiran-2 -yl)-4a,5,6,7,8,8a-hexahydro-1H-na phthalen-2-one	61430 118749 81138	1000285-40-2 1000193-54-0 1000189-11-4	83 46 43
76	19.843	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1,8-Nonadiene, 2,7-dimethyl-5-(1-m ethylethenyl)- (3E,5E,7E)-6-Methyl-8-(2,6,6-trime thyl-1-cyclohexanyl)-3,5,7-octatri en-2-one 2-(4a,8-Dimethyl-6-oxo-1,2,3,4,4a, 5,6,8a-octahydro-naphthalen-2-yl)- propionaldehyde	51371 97615 81139	068702-20-5 017974-57-1 1000190-21-8	60 41 38
77	19.925	0.43	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[5.2.0]nonana, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl- (3E,5E,7E)-6-Methyl-8-(2,6,6-trime thyl-1-cyclohexanyl)-3,5,7-octatri en-2-one Cyclohexana, 1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha. pha., 2.beta., 4.beta.)]-	59916 97615 60003	1000159-38-2 017974-57-1 000515-13-9	55 45 41
78	19.998	0.50	C:\Database\NIST05a.L 1-Phenanthrenacarboxaldehyde, 7-et henyl-1,2,3,4,4a,4b,5,6,7,9,10,10a -dodecahydro-1,4a,7-trimethyl-, [1 R-(1.alpha., 4a.beta., 4b.alpha., 7.b eta., 10a.alpha.)]- Bicyclo[5.2.0]nonana, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl- Atis-16-ona, (5.beta., 8.alpha., 9.b eta., 10.alpha., 12.alpha.)-	116243 59916 107089	000472-39-9 1000159-38-2 020230-48-2	55 42 42
79	20.193	0.12	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[7.2.0]undec-4-ena, 4,11,11	59912	013877-93-5	53

Continuación de la figura 35.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130506-008.D						
Title :						
Acq On : 6 May 2013 13:56						
Operator : AdaM						
Sample : croms 5a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			-trimethyl-8-methylene-			
			Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene-	59916	1000159-38-2	53
			2,8,8-trimethyl-2-vinyl-			
			1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3	107098	001898-13-1	51
			,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl)			
			-, [S-(E,Z,E,E)]-			
80	21.280	0.62	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116239	000511-15-9	70
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-			
			methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116238	000511-15-9	64
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-			
			methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	141542	015340-82-6	58
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-			
			methylethyl)-, acetate, (4bS-trans			
)-			
81	21.430	3.14	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116239	000511-15-9	97
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-			
			methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116238	000511-15-9	94
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-			
			methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			2,2-Bis(4'-methoxyphenyl)-2-ethoxy	116102	1000283-53-7	43
			ethane			

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 36. Cromatografía del aceite esencial de ciprés de 10 años con 120 minutos

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130412-005.D						
Title :						
Acq On : 12 Apr 2013 11:57						
Operator : AdaM						
Sample : Cipres 10a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.090	0.06	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-1-ol 1,3-Pentadiene, 2-methyl- 3-Hexen-1-ol, (Z)-	3700 1227 3729	000544-12-7 001118-58-7 000928-96-1	83 50 49
2	4.372	0.13	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl- Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl- Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl-	15352 15350 15346	000508-32-7 000508-32-7 000508-32-7	95 95 94
3	4.413	0.12	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl- 5-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl- 5-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, dihydro deriv.	15375 15380 15391	002867-05-2 002867-05-2 058037-87-9	91 91 90
4	4.554	2.38	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 3,6,6-tri- methyl- 1R-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15314 15186 15178	004889-83-2 007785-70-8 000080-56-8	87 86 86
5	4.764	0.29	C:\Database\NIST05a.L Camphene Camphene Camphene	15152 15160 15161	000079-92-5 000079-92-5 000079-92-5	97 97 97
6	5.105	0.59	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15374 15379 15200	028634-89-1 003387-41-5 000555-10-2	91 91 91
7	5.164	0.26	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl-	15390 15171 15346	018172-67-3 000127-91-3 000508-32-7	96 94 91
8	5.309	0.63	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyrid- inyl)- Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)-	15177 30170 15384	000123-35-3 006580-95-6 018172-67-3	91 64 53
9	5.560	0.07	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene	15202 15204 15203	000099-83-2 000099-83-2 000099-83-2	91 91 87
ACEITES ESE...LES SCAN 2.M Fri Apr 12 13:49:04 2013						
						Page: 1

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	5.737	0.37	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carena	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	97
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	95
11	5.965	3.65	C:\Database\NIST05a.L Limonene	15154	000138-86-3	90
			D-Limonene	15164	005989-27-5	86
			D-Limonene	15165	005989-27-5	86
12	6.160	0.06	C:\Database\NIST05a.L 3-Carena	15151	013466-78-9	94
			4-Carena	15150	1000150-36-1	93
			4-Carena, (1S,3R,6R)-(-)-	15215	005208-49-1	93
13	6.369	0.79	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15355	000099-85-4	94
14	6.538	0.02	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15312	000586-67-4	76
			m-Mentha-4,8-diene, (1S,3S)-(+)-	15246	005208-51-5	74
			(+)-4-Carena	15169	029050-33-7	64
15	6.815	1.07	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	97
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15340	000586-62-9	96
			(+)-4-Carena	15169	029050-33-7	96
16	6.929	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	13649	001195-32-0	98
			Benzene, 2-ethenyl-1,4-dimethyl-	13636	002039-89-6	78
			Benzene, (1-methylenpropyl)-	13612	002039-93-2	70
17	7.147	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	55
18	7.284	1.41	C:\Database\NIST05a.L Tridecane, 6-methyl-	55981	013287-21-3	50
			Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18550	014676-29-0	49
			Octane, 2,3-dimethyl-	18521	007146-60-3	49
19	7.438	0.11	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-005.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:57 Operator : AdaM Sample : Cipres 10a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2-Nonanol	20300	000628-99-9	78
			2-Nonanol	20292	000628-99-9	78
			2-Octanol	13190	000123-96-6	72
20	7.557	0.35	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexan-1-ol, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-, trans-	25802	029803-81-4	87
			3-Nonyne, 9-methoxy-	25550	054699-39-7	37
			2-Heptanol, 6-methyl-	13257	004730-22-7	27
21	7.807	0.53	C:\Database\NIST05a.L Camphor	24021	000076-22-2	98
			Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7- trimethyl-, (1R)-	24298	000464-49-3	98
			Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7- trimethyl-, (1R)-	24299	000464-49-3	98
22	7.961	0.50	C:\Database\NIST05a.L 4N-Ethylcytosine	17127	089711-97-7	47
			2(1H)-Pyridinethione, 1,5-dimethyl	17219	019006-68-9	47
			2(1H)-Pyridinethione, 1,6-dimethyl	17221	019006-69-0	43
23	8.316	3.70	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-me thyl-1-(1-methylethyl)-	22939	024545-81-1	97
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-me thyl-1-(1-methylethyl)-	22937	024545-81-1	94
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-me thyl-1-(1-methylethyl)-	22938	024545-81-1	94
24	8.439	3.68	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
			3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	94
			3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25750	000562-74-3	93
25	8.544	0.31	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	58
			3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25751	000562-74-3	49
			trans-3-Pentan-2-ol	1725	003899-34-1	41
26	8.689	0.70	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	64
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	51
			Isobornyl formate	44323	001200-67-5	43
27	8.871	0.15	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexanol, acetate	20070	005953-49-1	32
			Bornyl acetate	54228	000076-49-3	14
			p-Menthane-1,3-diol	37507	001612-98-2	12
28	9.189	0.44	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-005.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:57 Operator : AdaM Sample : Cipres 10a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Pulegone	24025	000089-82-7	90
			Cyclohexanone, 5-methyl-2-(1-methyl- ethylidene)-	24239	015932-80-6	89
			Pulegone	24026	000089-82-7	70
29	9.490	0.05	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-one, 5-methyl-2-(1- methyl-ethyl)-	24246	005113-66-6	86
			2-Cyclohexen-1-one, 5-methyl-2-(1- methyl-ethyl)-	24254	005113-66-6	76
			2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1- methyl-ethyl)-	24249	000089-81-6	64
30	9.794	6.08	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-t rimethyl-, acetate, (1S-endo)- Bornyl acetate	54340	005655-61-8	97
			Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester	54229	000076-49-3	95
				54320	092618-89-8	93
31	9.895	0.27	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester	54323	092618-89-8	90
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	64
			Cyclopentane, 2-methyl-1-methylene -3-(1-methylethanyl)-	15388	056710-83-9	62
32	9.967	0.08	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 4-Carene, (1S,3S,6R)-(-)- 1S-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	76
				15216	005208-50-4	70
				15185	007785-26-4	68
33	10.036	0.27	C:\Database\NIST05a.L Pentanoic acid, 3-oxo-, methyl est er Propanoic acid, 2-octyl ester, (R or S) 3-Hexanol, 2,2,5,5-tetramethyl-	12853	030414-53-0	38
				47280	1000164-41-5	38
				28405	055073-86-4	32
34	10.636	3.40	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate (+)-4-Carene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- ethylidene)-	54339	000080-26-2	91
				15169	029050-33-7	90
				15340	000586-62-9	87
35	10.950	1.71	C:\Database\NIST05a.L Isobornyl propionate Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-t rimethyl-, acetate, (1S-endo)-	64212	002756-56-1	89
				54321	092618-89-8	87
				54340	005655-61-8	87
36	11.041	0.11	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester Isobornyl propionate	54323	092618-89-8	74
				64211	002756-56-1	58

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			3-Carene	15158	013466-78-9	55
37	11.132	0.07	C:\Database\NIST05a.L 2-Butenedioic acid (Z)-, dibutyl ester	76954	000105-76-0	27
			2-Pentenoic acid, 4-hydroxy-Isoindole-1,3-dione, perhydro-2-butyl-spiro-5,2'-1',3'-dioxolane-	7817	028525-83-9	27
				103211	1000293-94-4	22
38	11.168	0.15	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60003	000515-13-9	96
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60001	000515-13-9	89
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-	59911	110823-68-2	55
39	11.364	0.07	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8a.beta.)]-	60054	000473-13-2	90
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.alpha.)]-	60051	010219-75-7	78
			1R,3Z,9s-4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-3-ene	59927	1000140-07-3	76
40	11.437	0.05	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Farnesene	59833	000502-61-4	87
			(E,Z)-.alpha.-Farnesene	59856	1000293-03-2	62
			Cycloheptene, 5-ethylidene-1-methyl-	15278	015402-94-5	55
41	11.632	2.97	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59801	000087-44-5	98
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	98
42	11.978	3.45	C:\Database\NIST05a.L (+)-Epi-bicyclosesquiphallandrene	59869	054324-03-7	91
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	80
			(-)-Isoladene	59799	1000109-87-9	72
43	12.110	0.78	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60065	030021-74-0	91
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60070	030021-74-0	90

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-005.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:57 Operator : AdaM Sample : Cipres 10a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.alpha.-Murolena	59829	010208-80-7	90
44	12.296	7.15	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- Epizonarene	59954	000483-75-0	90
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahyd o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59794	1000156-10-7	83
				59977	000483-76-1	76
45	12.369	1.50	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58537	000644-30-4	97
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58536	000644-30-4	93
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58538	000644-30-4	93
46	12.637	3.94	C:\Database\NIST05a.L (-)-Isolodene	59799	1000109-87-9	94
			Isolodene	59783	1000156-10-8	93
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahyd o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59978	000483-76-1	90
47	12.715	2.78	C:\Database\NIST05a.L 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8, 8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]-	60056	000469-61-4	81
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8, 8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]-	60061	000469-61-4	80
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8, 8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]-	60060	000469-61-4	74
48	12.838	0.22	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)-	60068	030021-74-0	97
			Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	59954	000483-75-0	96
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)-	60065	030021-74-0	94
49	12.906	1.52	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahyd o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	96
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahyd o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-,	59977	000483-76-1	95
ACBITES ESE...LES SCAN 2.M Fri Apr 12 13:49:04 2013						
						Page: 6

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			(1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59979	000483-76-1	94
50	12.974	1.25	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1, 6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S -cis)- Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1, 1,6-trimethyl- Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1, 5,8-trimethyl-	58550 39072 39070	000483-77-2 000475-03-6 021693-51-6	97 80 80
51	13.101	0.31	C:\Database\NIST05a.L Epizonarene Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- , [1R-(1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)]- Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)-	59794 60029 60065	1000156-10-7 017627-24-6 030021-74-0	95 91 90
52	13.220	0.17	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)- Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)- Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- , [1R-(1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)]-	60070 60065 60029	030021-74-0 030021-74-0 017627-24-6	86 78 74
53	13.247	0.16	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-m ethylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha., 8a.alpha.)-	60070 59978 60065	030021-74-0 000483-76-1 030021-74-0	90 89 89
54	13.415	1.36	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimet hylethyl)- N-Methyl-1-adamantaneacetamide Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2	72743 62175 62127	000088-58-4 031897-93-5 056619-94-4	45 38 38

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			,2-dimethyl-			
55	13.552	1.98	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Benzenediol, 3,5-bis(1,1-dimethyl-ethyl)-	72749	001020-31-1	43
			1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimethyl-ethyl)-	72743	000088-58-4	43
			3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0.0(4,11)]undecan-1-ol	72963	117591-80-7	40
56	13.802	1.59	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide	71350	001139-30-6	87
			Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6	68
			3-Ethylidene-cycloheptene	9711	1000211-16-7	46
57	14.120	0.60	C:\Database\NIST05a.L Epiglobulol	72900	1000150-05-1	47
			Neopentylidene-cyclohexane	24397	039546-80-0	46
			1-Methylene-2-hydroxyethyl-3,3-dimethyl-4-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane	72989	1000144-10-6	38
58	14.166	1.32	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-	59947	016728-99-7	87
			Cubanol	72893	021284-22-0	55
			Carotol	72896	000465-28-1	52
59	14.461	3.62	C:\Database\NIST05a.L Di-epi-.alpha.-cedrene-(I)	59867	021996-77-0	89
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60060	000469-61-4	86
			1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60059	000469-61-4	86
60	14.566	2.40	C:\Database\NIST05a.L 1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a-octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a.beta.,8a.beta.)]-	73021	019435-97-3	90
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	89
			Copaene	59780	003856-25-5	89
61	14.780	3.47	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cadinol	72908	000481-34-5	99
			.tau.-Murolol	72907	019912-62-0	50
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-	59967	003242-08-8	49
62	14.975	0.73	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-Di-epi-.alpha.-cedrene-(I).alpha.-Bisabolol	59930 59867 72913	017699-05-7 021996-77-0 072691-24-8	84 72 72
63	15.162	1.58	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl-m-Toluic acid, cyclohexyl ester 1,3-Benzenediamine, N,N,N',N'-tetramethyl-	59908 69830 32002	005989-08-2 006641-66-3 022440-93-3	45 30 25
64	15.685	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]- 2-Naphthalenecarboxylic acid, 8-ethenyl-3,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-5-methylene- 1H-Cycloprop[azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	60075 69905 60078	025246-27-9 001451-36-1 000489-39-4	74 53 52
65	15.767	0.05	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropane carboxamide, 2-cyclopropyl-2-methyl-N-(1-cyclopropylethyl)- 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 2,2,6-trimethyl-1-(3-methyl-1,3-butadienyl)-5-methylene- Neopentylidene-cyclohexane	62199 69982 24397	331416-19-4 070038-20-9 039546-80-0	47 46 45
66	16.349	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,8a.beta.)] Thujopsene Seychellene	60020 59785 59790	000475-20-7 000470-40-6 020085-93-2	80 51 47
67	16.836	0.08	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)] Naphthalene, 2,3,4,4a,5,6-hexahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60021 59951 60047	017066-67-0 000473-14-3 004630-07-3	56 56 53
68	17.090	0.06	C:\Database\NIST05a.L 9-Octadecyne Bicyclo[2.2.1]heptane, 1,3,3-trimethyl- 1,3,3-Trimethyl-2-hydroxymethyl-3,	92238 16400 72990	035365-59-4 006248-88-0 1000144-10-7	59 38 30

Continuación de la figura 36.

LIQA		Library Search Report				
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130412-005.D						
Title :						
Acq On : 12 Apr 2013 11:57						
Operator : AdaM						
Sample : Cipres 10a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			3-dimethyl-4-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane			
69	17.131	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			Isoamyl cinnamate	69822	007779-65-9	68
			Isoamyl cinnamate	69824	007779-65-9	53
			Propanedioic acid, nitrile, hydrazide, N2-(1-oxo-3-phenyl-2-propenyl)-	77809	294878-35-6	46
70	17.372	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	59970	000118-65-0	83
			Caryophyllene oxide	71352	001139-30-6	45
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-	59912	013877-93-5	45
71	17.495	0.38	C:\Database\NIST05a.L			
			4,8,13-Cyclotetradecatriene-1,3-diol, 1,5,9-trimethyl-12-(1-methylethyl)-	128665	007220-78-2	50
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60003	000515-13-9	38
			1H-Indene, 5-dacyloctahydro-	101521	055044-35-4	38
72	17.604	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			Trachylobane	107064	005282-35-9	89
			Kaur-15-ene	107061	005947-50-2	83
			Kaur-16-ene	107062	000562-28-7	55
73	17.686	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Trachylobane	107064	005282-35-9	51
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-	59914	013877-93-5	51
			(Z)6-Pentadecan-1-ol	76042	068797-95-5	51
74	17.987	1.91	C:\Database\NIST05a.L			
			Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10.beta.)-	107076	000511-85-3	99
			Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10.beta.)-	107077	000511-85-3	99
			Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10.beta.)-	107075	000511-85-3	91
75	18.200	0.85	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenylidene, 10a,7,7,10a-pentamethyl-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.beta.,10a.alpha.,10b.beta.)]-	118755	001227-93-6	91
			1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenylidene, 10a,7,7,10a-pentamethyl-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alpha.,10a.beta.,10b.alpha.)]-	118754	000596-84-9	91
			2-Butan-1-one, 1-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-	51300	035044-68-9	25

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
76	18.396	0.10	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropane carboxamide, 2-cyclopropyl-2-methyl-N-(1-cyclopropylethyl)- Cyclohexane, 3,4-bis(1-methylphenyl)-1,1-dimethyl- Cyclohexane, 1,1-dimethyl-2,4-bis(1-methylphenyl)-, cis-	62199 51373 51376	331416-19-4 061142-74-3 062337-98-8	91 52 52
77	18.523	0.21	C:\Database\NIST05a.L Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)- Naphthalene, decahydro-1,6-bis(methyl)-4-(1-methylethyl)-, (4.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)- 1-Naphthalenepropanol, .alpha.-ethyldecahydro-2-hydroxy-.alpha.,2,5,8a-pentamethyl-, [1R-[1.alpha.(R*),2.beta.,4a.beta.,8a.alpha.]]-	107067 60006 129840	020070-61-5 030021-46-6 000515-03-7	93 62 49
78	18.805	0.48	C:\Database\NIST05a.L 7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthrene 1H-Indene, 2,3-dihydro-1,1,5,6-tetramethyl- Phenanthrene, 1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydro-1,1,4a-trimethyl-7-(1-methylethyl)-, (4aS-trans)-	105799 39060 105800	1000210-28-9 000942-43-8 019407-28-4	95 44 43
79	19.074	0.10	C:\Database\NIST05a.L Androst-5,16-diene-3.beta.-ol Benzocyclododecane, 2,3-diethyl-4a,5,6,7,8,9,10,11,12,13-decahydro- Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)-	107038 107092 107068	001224-94-8 061141-65-9 020070-61-5	70 64 64
80	19.547	8.26	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexane, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)- 1-Penten-3-one, 1-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexan-1-yl)- Anthracene, 9-butyltetradehydro-	61502 61477 90846	1000197-08-4 000127-43-5 055133-89-6	50 45 40
81	19.765	0.83	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-pentyl-4-(4-propylcyclohexyl)- 2-Methyl-3-(3-methyl-but-2-enyl)-2-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxatane Neopentylidene-cyclohexane	109662 72975 24397	108067-20-5 1000144-10-2 039546-80-0	62 51 45
82	19.997	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1,3,3-Trimethyl-2-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4-(3-methylbut-2-enyl)-cyclohexane 3-Cyclohexylthiolane, S,S-dioxide 1-Methylene-2b-hydroxymethyl-3,3-dimethyl-4b-(3-methylbut-2-enyl)-cy	72990 58023 72989	1000144-10-7 071053-08-2 1000144-10-6	46 42 38

Continuación de la figura 36.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-005.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:57
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 10a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0
 Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			clohexane			
93	20.188	1.06	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl- N-Benzyl-2-(4-methoxyphenoxy)aceta mide Carveol, phenylcarbaminate(ester)	59916 106179 106246	1000159-38-2 118665-18-2 098282-31-6	35 30 30
94	20.366	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha., 4a.beta., 7.alpha., 7a.b eta., 7b.alpha.)]- 1H-Cycloprop[azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha., 4a.alpha., 7.alpha., 7a. beta., 7b.alpha.)]- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., 4-dimethyl-.alpha.-(4-methyl-3-pen tenyl)-, [R-(R*,R*)]-	60076 60078 72995	025246-27-9 000489-39-4 023178-88-3	78 44 44
95	21.275	1.10	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylthyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylthyl)-, (4bS-trans)- 2-(1-Hydroxynaphthyl-2)quinoline	116239 116238 106318	000511-15-9 000511-15-9 024641-28-9	93 91 38
96	21.530	2.88	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylthyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylthyl)-, (4bS-trans)- 2,2-Bis(4'-methoxyphenyl)-2-ethoxy ethane	116239 116238 116102	000511-15-9 000511-15-9 1000283-53-7	95 94 38
97	21.680	0.86	C:\Database\NIST05a.L Ferroquinol 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylthyl)-, acetate, (4bS-trans)- 5-Androstana, 4,4-dimethyl-	116232 141542 116261	000514-62-5 015340-82-6 1000194-15-4	92 64 53

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 37. Cromatografía del aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 120 minutos

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\						
Data File : 130412-004.D						
Title :						
Acq On : 12 Apr 2013 11:09						
Operator : AdaM						
Sample : Cipres 15a-120						
Misc :						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.377	0.07	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl- 15-.alpha.-Pinene Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptana, 1,7 ,7-trimethyl-	15352	000508-32-7	95
				15185	007785-26-4	95
				15350	000508-32-7	95
2	4.536	1.09	C:\Database\NIST05a.L 15-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	96
				15188	007785-70-8	95
				15186	007785-70-8	95
3	4.764	0.09	C:\Database\NIST05a.L Camphene Camphene Camphene	15152	000079-92-5	96
				15161	000079-92-5	96
				15160	000079-92-5	95
4	5.100	0.04	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexana, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexana, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	94
				15374	028634-89-1	91
				15379	003387-41-5	91
5	5.164	0.06	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptana, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96
				15171	000127-91-3	95
				15175	000127-91-3	94
6	5.300	0.04	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15180	000123-35-3	83
				15179	000123-35-3	83
				15176	000127-91-3	64
7	5.728	0.04	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carone Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15169	029050-33-7	96
				15340	000586-62-9	95
				15319	000554-61-0	95
8	5.914	0.35	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, (S)- D-Limonene D-Limonene	15365	005989-54-8	95
				15164	005989-27-5	95
				15165	005989-27-5	93
9	6.356	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	95
				15354	000099-85-4	94
				15347	000099-85-4	94
ACEITES ESE...LES SCAN 2.M Fri Apr 12 13:27:59 2013						
						Page: 1

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-004.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 15a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	6.797	0.08	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- (+)-4-Carene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)-	15317 15169 15338	000554-61-0 029050-33-7 000586-62-9	97 97 96
11	7.261	0.10	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 2,3,6-trimethyl- Decane, 2,5-dimethyl- Heptane, 2,3,5-trimethyl-	18536 36461 18535	004032-93-3 017312-50-4 020278-85-7	47 43 43
12	7.670	0.07	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexan-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4.beta.,5.alpha.)- 4-Methyl-1,4-heptadiene Cyclopentane, 1,2-dimethyl-3-methylene-, trans-	24345 5790 5883	002506-61-8 013857-55-1 1000150-99-3	95 46 46
13	7.797	2.53	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)- Camphor Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-	24298 24021 24299	000464-49-3 000076-22-2 000464-49-3	98 98 98
14	8.025	0.32	C:\Database\NIST05a.L 3-Methoxybut-1-ene .beta.-Myrcene 1-Propane, 3-methoxy-2-methyl-	1710 15179 1785	017351-24-5 000123-35-3 022418-49-1	35 25 25
15	8.207	1.07	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22938 22939 22937	024545-81-1 024545-81-1 024545-81-1	96 94 93
16	8.343	0.65	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25751 25781 25745	000562-74-3 020126-76-5 000562-74-3	80 76 76
17	8.503	0.11	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, hexyl neopentyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-1-propyl-, 3-propanediyl ester Butanoic acid, 1-methylhexyl ester	87735 115957 47261	1000309-73-1 074367-30-9 039026-94-3	47 47 46
18	8.798	0.87	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-	22890	000080-57-9	97

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-004.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:09 Operator : AdaM Sample : Cipres 15a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-	22920	001196-01-6	97
			Bicyclo[3.1.1]hept-3-en-2-one, 4,6,6-trimethyl-, (1S)-	22922	001196-01-6	96
19	9.121	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methoxy-4-methyl-2-(1-methylethyl)-	32106	031574-44-4	89
			Benzoic acid, 4-(1-methylethyl)-	31825	000536-66-3	86
			Benzene, 1-methoxy-4-methyl-2-(1-methylethyl)-	32110	031574-44-4	76
20	9.685	1.47	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	54340	005655-61-8	99
			Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	54321	092618-89-8	96
			Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	54323	092618-89-8	94
21	9.863	0.19	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	54323	092618-89-8	90
			Isobornyl acetate	54235	000125-12-2	86
			Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	54341	005655-61-8	78
22	10.004	0.21	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, 2-methyl-1-methylene-3-(1-methylethenyl)-	15388	056710-83-9	53
			3-Methylene-1,5,5-trimethylcyclohexane	15290	016609-28-2	46
			2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-	15293	007216-56-0	42
23	10.563	0.82	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	83
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15322	000554-61-0	83
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	78
24	10.904	0.46	C:\Database\NIST05a.L Isobornyl propionate	64212	002756-56-1	90
			Isobornyl propionate	64211	002756-56-1	83
			Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	54323	092618-89-8	83
25	11.154	0.40	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60003	000515-13-9	99
			Azulene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]-	60033	003691-11-0	60
ACRITES ESE...LES SCAN 2.M Fri Apr 12 13:27:59 2013						
						Page: 3

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-004.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:09
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 15a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Naphthalene, decahydro-1,6-bis(methylene)-4-(1-methylethyl)-, (4.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60006	030021-46-6	50
26	11.345	0.07	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	59972	000118-65-0	94
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-Caryophyllene-(11)	59914	013877-93-5	86
				59838	1000158-18-5	86
27	11.409	0.14	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene	15151	013466-78-9	58
			Butanoic acid, 1,7,7-trimethylbicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester, endo-	74355	013109-70-1	38
			Bicyclo[2.2.1]heptane, 7,7-dimethyl-2-methylene-	15362	000471-84-1	38
28	11.591	3.09	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59801	000087-44-5	98
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	98
29	11.955	6.10	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	86
			(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	81
			(-)-Isolodene	59799	1000109-87-9	72
30	12.082	1.70	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60065	030021-74-0	87
			1H-Cyclopropa[a]naphthalene, 1a,2,3,5,6,7,7a,7b-octahydro-1,1,7,7a-tetramethyl-, [1aR-(1a.alpha.,7.alpha.,7a.alpha.,7b.alpha.)]-	60096	017334-55-3	83
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	60057	039029-41-9	76
31	12.269	13.93	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60068	030021-74-0	90
			(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	90
			Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	59954	000483-75-0	87
32	12.346	1.50	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58537	000644-30-4	96

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-004.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:09
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 15a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58536	000644-30-4	93
			Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl-	58538	000644-30-4	93
33	12.624	10.18	C:\Database\NIST05a.L (-)-Isolodene	59799	1000109-87-9	94
			Isolodene	59783	1000156-10-8	94
			Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)-	59984	005951-67-7	93
34	12.756	0.25	C:\Database\NIST05a.L 2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-1,3-Cyclopentadiene, 1,2,3,4,5-pentamethyl-3-Methylene-1,5,5-trimethylcyclohexane	15244 15329 15290	000673-84-7 004045-44-7 016609-28-2	89 83 70
35	12.824	0.94	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)- Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	59954 60068 60062	000483-75-0 030021-74-0 039029-41-9	99 97 95
36	12.897	3.96	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980 59977 59979	000483-76-1 000483-76-1 000483-76-1	97 97 94
37	12.974	3.62	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,1,6-trimethyl- Indan, 1,1,6,7-tetramethyl-	58550 39071 39036	000483-77-2 000475-03-6 016204-58-3	95 59 53
38	13.088	0.59	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]- Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	60030 60029	024406-05-1 017627-24-6	92 89

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-004.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:09 Operator : AdeM Sample : Cipres 15a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			[1R-(1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)]- Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)-	60010	031983-22-9	83
39	13.219	0.61	C:\Database\NIST05a.L Cadala-1(10),3,8-triene .alpha.-Calacorene Naphthalene, 1,2-dihydro-1,1,6-trimethyl-	58518 57323 37894	1000140-05-6 1000293-02-3 030364-38-6	64 60 35
40	13.461	2.09	C:\Database\NIST05a.L [1,2,4]Triazolo[1,5-a]pyrimidina-6-carboxylic acid, 7-amino-, ethyl ester 1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimethyl-ethyl)- Methanol, [4-(1,1-dimethylethyl)phenoxy]-, acetate	62334 72743 72615	1000316-75-8 000088-58-4 054889-98-4	47 38 38
41	13.597	3.98	C:\Database\NIST05a.L 3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0.0(4,11)]undecan-1-ol [1,2,4]Triazolo[1,5-a]pyrimidina-6-carboxylic acid, 7-amino-, ethyl ester Benzo[h]quinoline, 2,4-dimethyl-	72963 62334 62243	117591-80-7 1000316-75-8 000605-67-4	40 38 38
42	13.774	1.34	C:\Database\NIST05a.L 2-Hydroxy-2,4,4-trimethyl-3-(3-methylbuta-1,3-dienyl)cyclohexanone Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2,2-dimethyl- 1,2,4-Triazol-3-amine, 5-(1,3,5-trimethyl-4-pyrazolyl)amino-	72780 62127 62293	1000191-17-4 056619-94-4 1000264-16-7	41 30 30
43	14.047	0.11	C:\Database\NIST05a.L Cedran-diol, 8S,14- 2-Hydroxy-2,4,4-trimethyl-3-(3-methylbuta-1,3-dienyl)cyclohexanone 1-Naphthalenol, dodecahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethylidene)-, [1R-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-	83830 72780 72999	062600-05-9 1000191-17-4 000473-04-1	49 41 38
44	14.093	0.22	C:\Database\NIST05a.L cis-Z-.alpha.-Bisabolene epoxide 3-Cyclohexen-1-carboxaldehyde, 3,4-dimethyl- 12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene, 1,5,5,8-tetramethyl-, [1R-(1R*,3E,7E,11R*)]-	71387 17043 71453	1000131-71-2 1000131-99-4 019888-34-7	70 49 38
45	14.207	1.24	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)- 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7,	59947 60014	016728-99-7 000514-51-2	95 55

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\ Data File : 130412-004.D Title : Acq On : 12 Apr 2013 11:09 Operator : AdaM Sample : Cipres 15a-120 Misc : ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex Integration Events: ChemStation Integrator - events.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]- Dihydro-cis-.alpha.-copaene-8-ol	72928	058569-27-0	50
46	14.316	0.48	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydr o-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)- Cubanol	59947 72893 71377	016728-99-7 021284-22-0 1000156-12-8	87 74 56
47	14.466	1.51	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-ene, 2,6,6,9-tetramethyl- Di-epi-.alpha.-cedrene-(I) 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8, 8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a .alpha.)]-	59908 59867 60059	005989-08-2 021996-77-0 000469-61-4	58 55 53
48	14.625	6.87	C:\Database\NIST05a.L .tau.-Cadinol Copaene 1-Naphthalenol, 1,2,3,4,4a,7,8,8a- octahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methyl ethyl)-, [1R-(1.alpha.,4.beta.,4a. beta.,8a.beta.)]-	72906 59780 73021	005937-11-1 003856-25-5 019435-97-3	93 86 76
49	14.807	11.42	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cadinol Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2- (1-methylethenyl)-4-(1-methylethyl idene)- Epiglobulol	72908 59967 72900	000481-34-5 003242-08-8 1000150-05-1	99 60 43
50	15.157	0.55	C:\Database\NIST05a.L 2,3,5,6-Tetramethyl-para-phenylene diamine Bicyclo[2.2.1]heptane, 2-ethyliden e-1,7,7-trimethyl-, (E)- 2-Cyclopentan-1-one, 3-methyl-2-(2 -pentenyl)-, (Z)-	31995 32236 32125	003102-87-2 062413-60-9 000488-10-8	64 50 49
51	15.471	0.17	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[5.2.2.0(1,6)]undecan-3-ol 2-methylene-6,8,8-trimethyl- Aromadendrene oxide-(1) 1H-Cycloprop[azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.b eta.,7b.alpha.)]-	71424 71360 60076	1000159-37-6 1000151-98-4 025246-27-9	41 41 40
52	15.894	0.06	C:\Database\NIST05a.L Diepi-.alpha.-cedrene epoxida 4a,7-Methano-4aH-naphth[1,8a-b]oxi rene, octahydro-4,4,8,8-tetramethy l- Calarene epoxida	71386 71437 71330	1000151-96-9 067999-56-8 1000151-46-0	62 50 43

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-004.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:09
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 15a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
53	17.486	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1,5,9-Decatriene, 2,3,5,8-tetramat hyl- Naphthalene, decahydro-1,6-bis(mat hylene)-4-(1-methylethyl)-, (4.alp ha.,4a.alpha.,8a.alpha.)- Bicyclo[2.2.1]heptane, 1,3,3-trima thyl-	51367 60006 16400	230646-72-7 030021-46-6 006248-88-0	49 46 46
54	17.945	0.43	C:\Database\NIST05a.L Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10 .beta.)- Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10 .beta.)- Kaur-15-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10 .beta.)-	107076 107077 107075	000511-85-3 000511-85-3 000511-85-3	99 96 87
55	18.182	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenylid odecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy l-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.bet a.,10a.alpha.,10b.beta.)]- 7-(1,3-Dimethylbuta-1,3-dienyl)-1, 6,6-trimethyl-3,8-dioxatricyclo[5. 1.0.0(2,4)]octane Neopentylidene-cyclohexane	118755 81141 24397	001227-93-6 1000190-22-7 039546-80-0	64 55 50
56	18.796	0.21	C:\Database\NIST05a.L 7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3 ,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthre ne 5-Indacene-1,7-dione, 2,3,5,6-tetr ahydro-3,3,4,5,5,8-hexamethyl- Phenanthrene, 1,2,3,4,4a,9,10,10a- octahydro-1,1,4a-trimethyl-7-(1-me thylethyl)-, (4aS-trans)-	105799 105728 105800	1000210-28-9 055591-16-7 019407-28-4	90 38 38
57	19.064	0.12	C:\Database\NIST05a.L 5-(1-Hydroxycyclohexyl)pent-3-ened ithioic acid, isopropyl ester Androst-5-en-4-one Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)-	106629 107036 107067	083041-14-9 013583-72-7 020070-61-5	70 62 53
58	19.501	8.37	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)- .beta.-iso-Methyl ionone Anthracene, 9-butyltetradehydro-	61502 61430 90846	1000197-08-4 1000285-40-2 055133-89-6	50 42 40
59	20.074	0.30	C:\Database\NIST05a.L Andrographolide .alpha.-Santalol 3-Oxatricyclo[3.2.1.0(2,4)]octane, (1.alpha.,2.beta.,4.beta.,5.alpha .)-	152634 71335 5715	005508-58-7 000115-71-9 003146-39-2	45 42 41

Continuación de la figura 37.

LIQA Library Search Report

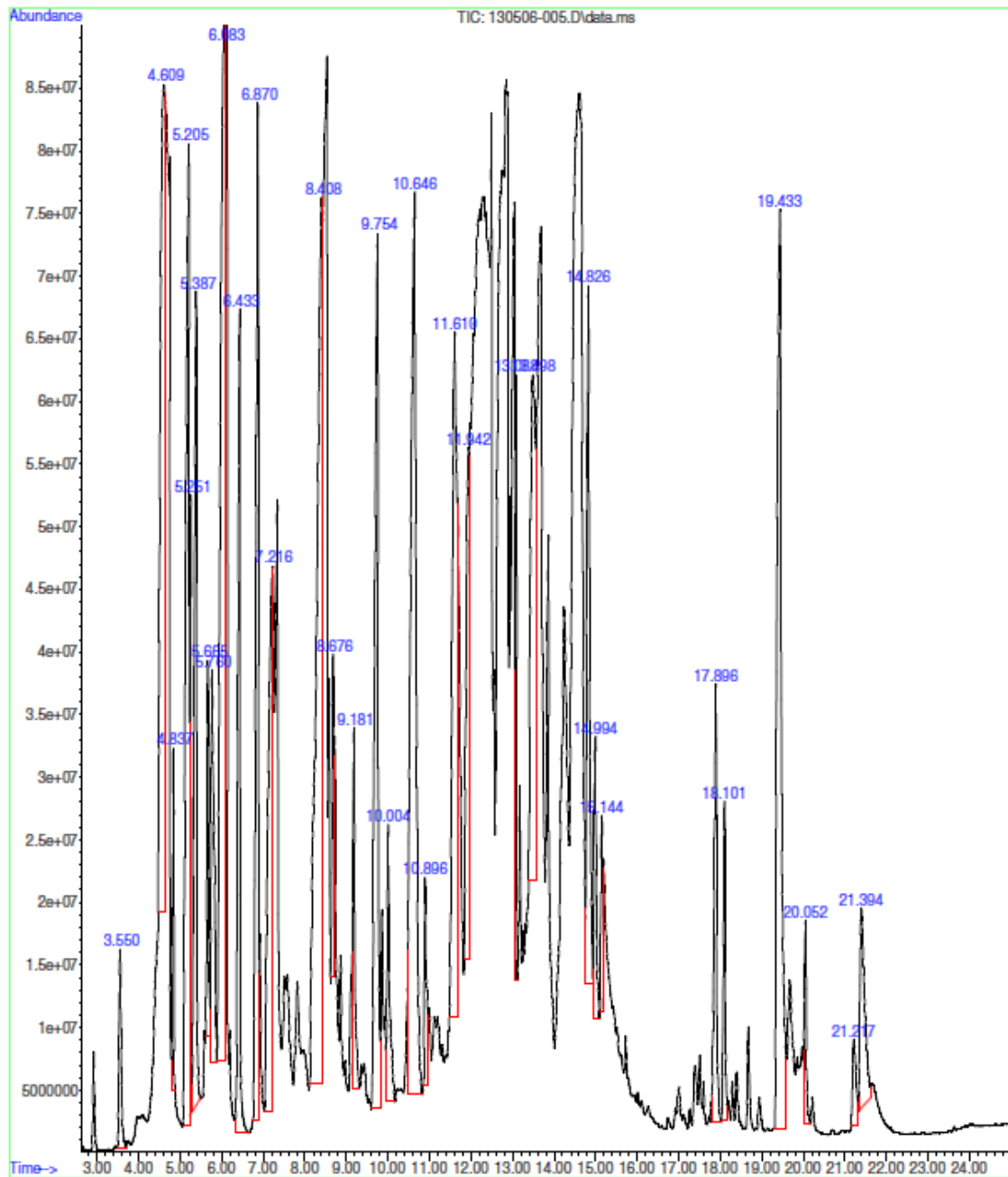
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130412-004.D
 Title :
 Acq On : 12 Apr 2013 11:09
 Operator : AdaM
 Sample : Cipres 15a-120
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

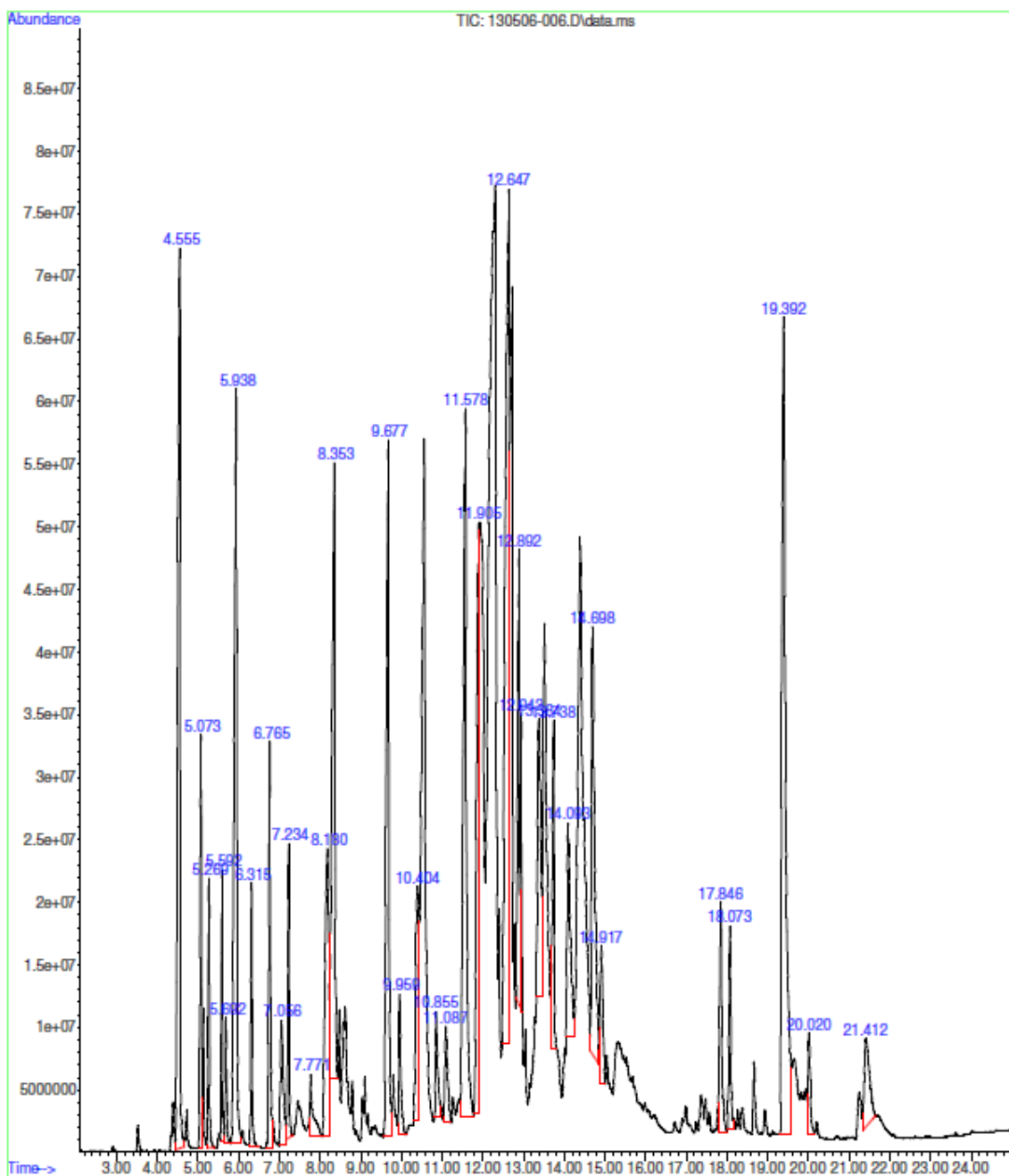
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
60	20.152	0.42	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl- 1H-Dibenzo[a,i]fluorane, eicosahyd ro- N-Benzyl-2-(4-methoxyphenoxy)aceta mide	59916	1000159-38-2	50
				116265	055256-24-1	46
				106179	118665-18-2	43
61	21.412	0.43	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, acetate, (4bS-trans)-	116239	000511-15-9	96
				116238	000511-15-9	92
				141542	015340-82-6	72
62	21.603	0.52	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, acetate, (4bS-trans)-	116239	000511-15-9	98
				116238	000511-15-9	91
				141542	015340-82-6	90
63	21.621	0.84	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- Pyrrolidine, 1-[5-(1,3-benzodioxol -5-yl)-1-oxo-2,4-pentadienyl]-, (E ,E)-	116239	000511-15-9	96
				116238	000511-15-9	93
				106209	025924-78-1	35

Figura 38. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**



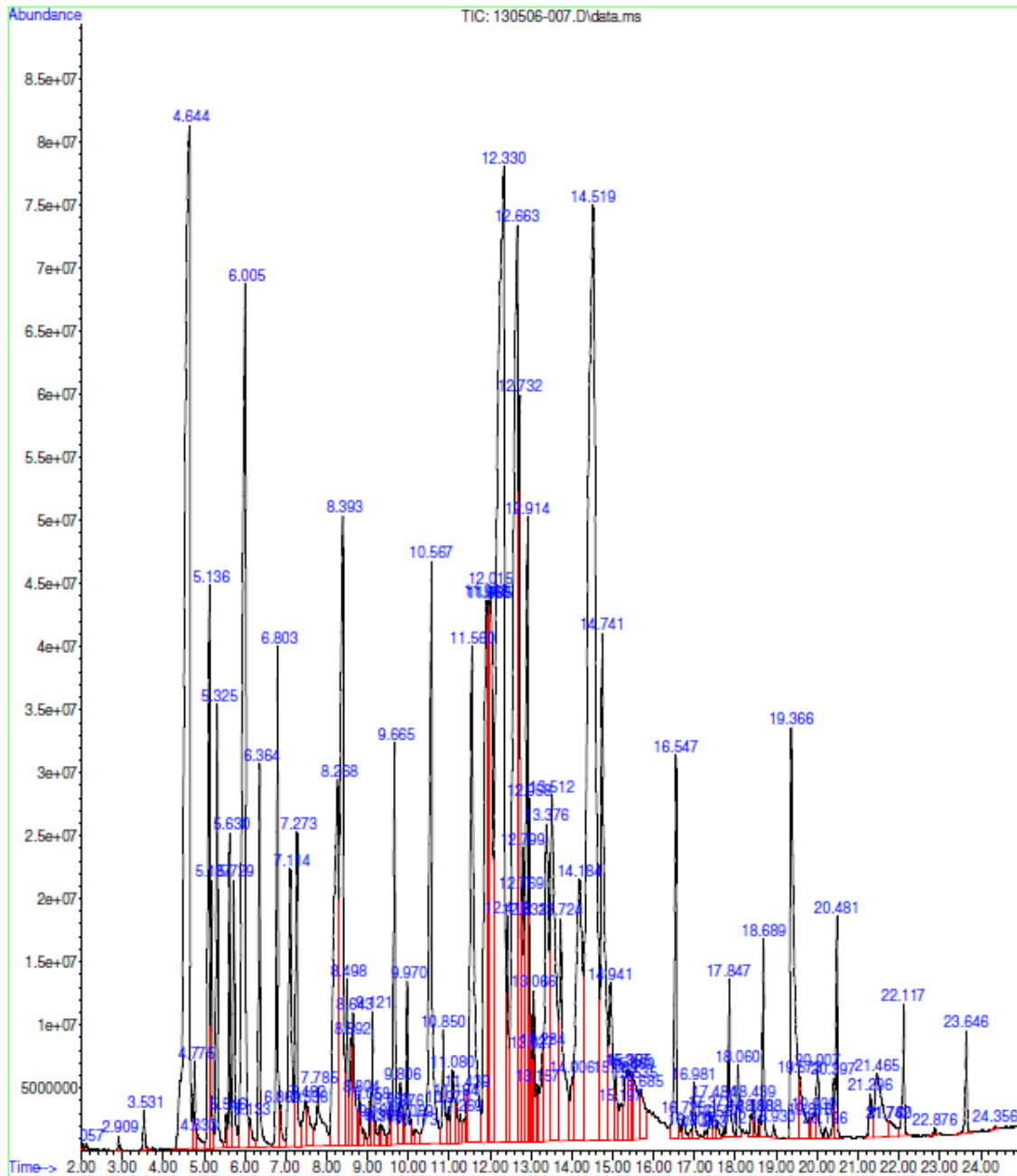
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 39. Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 60 minutos



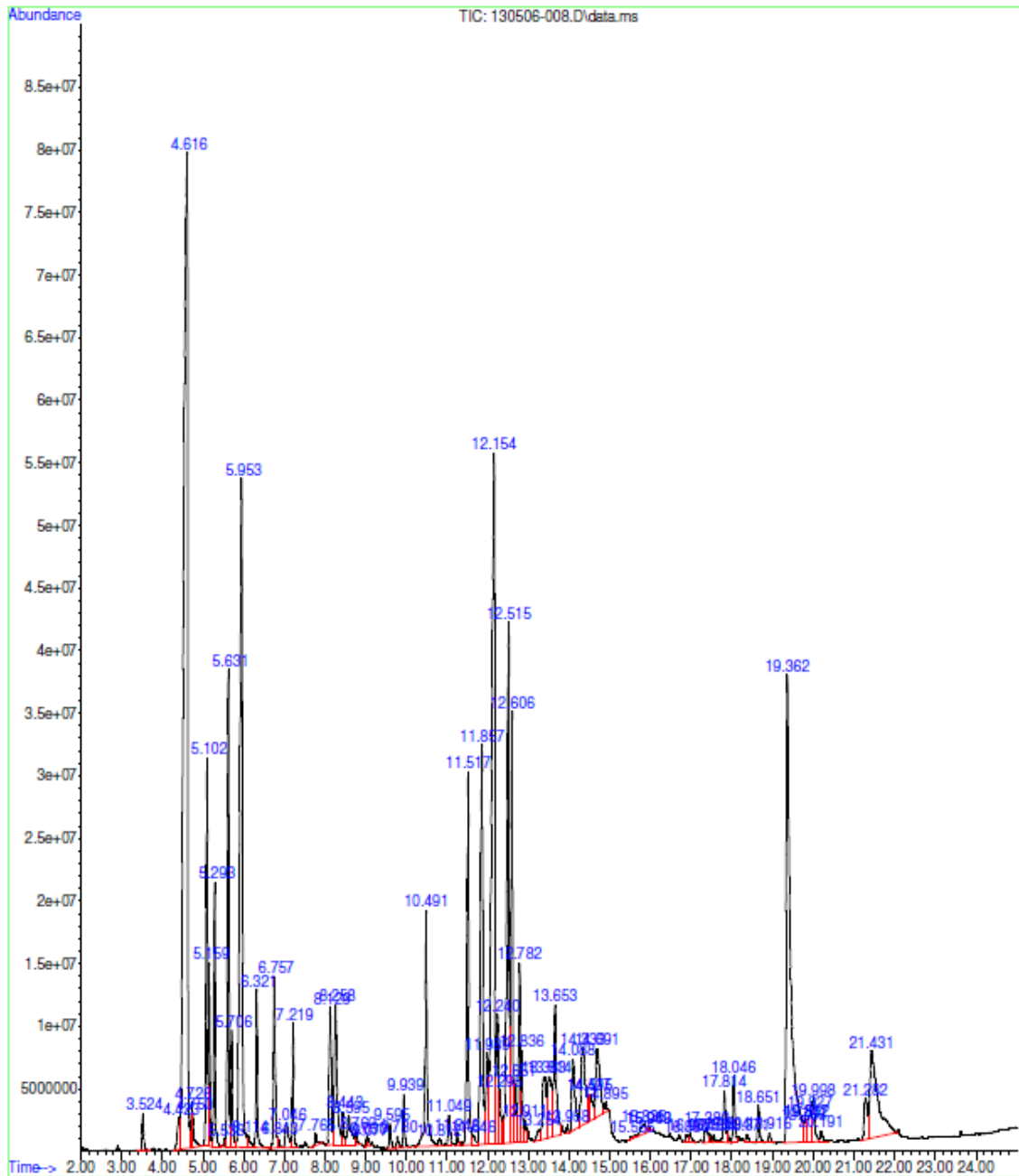
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 40. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**



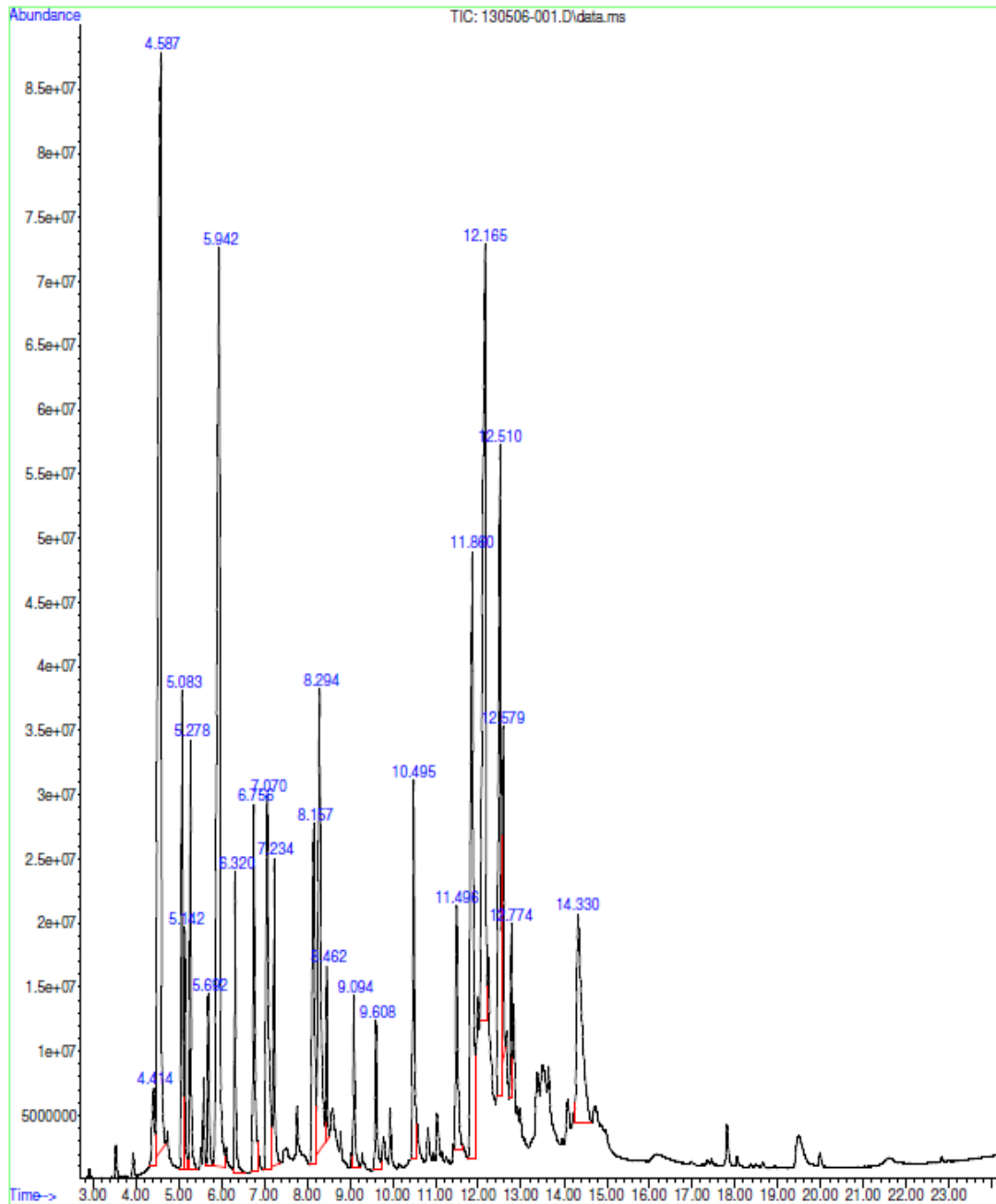
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 41. Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 5 años con un tiempo de extracción de 120 minutos



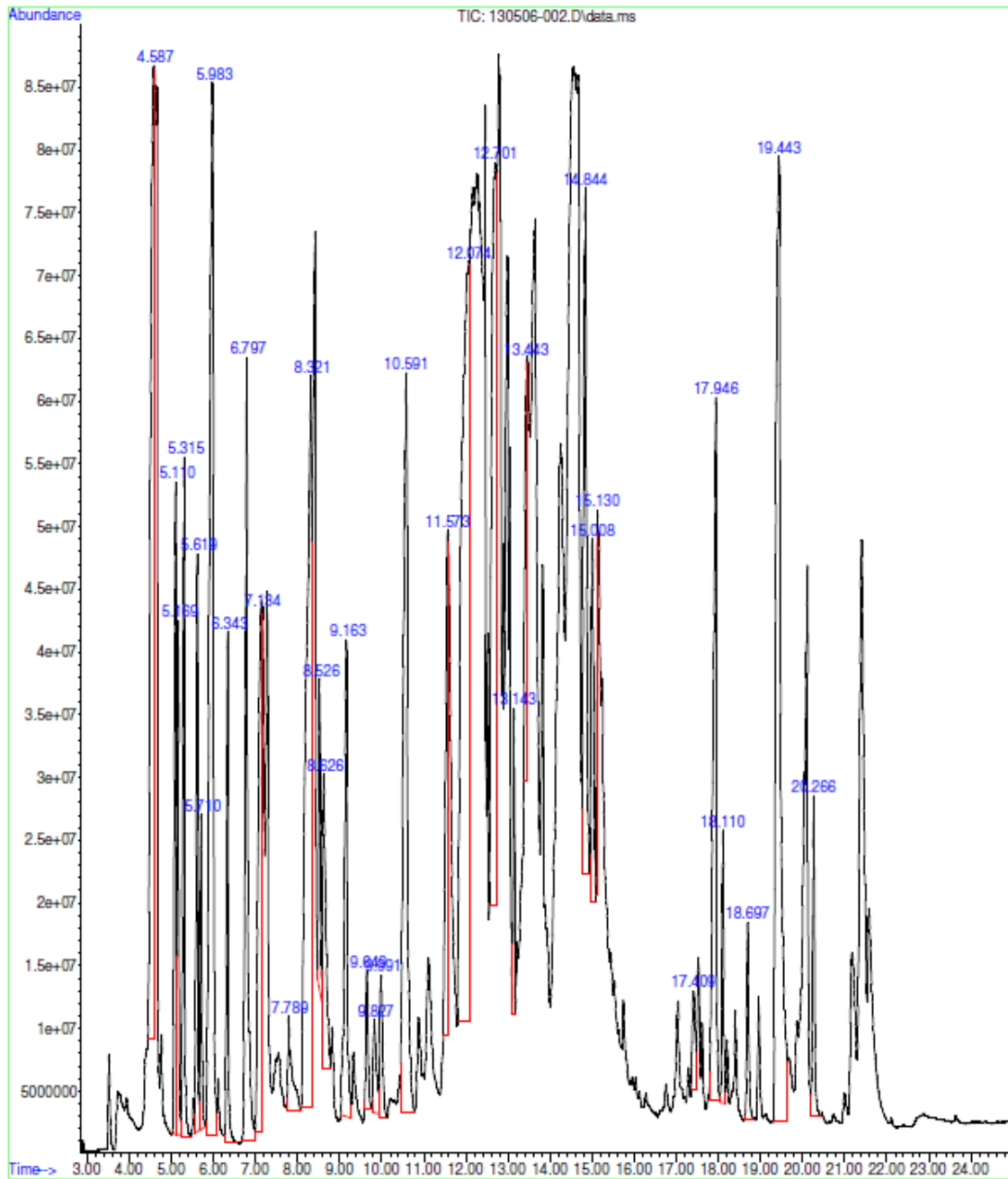
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 43. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 60 minutos**



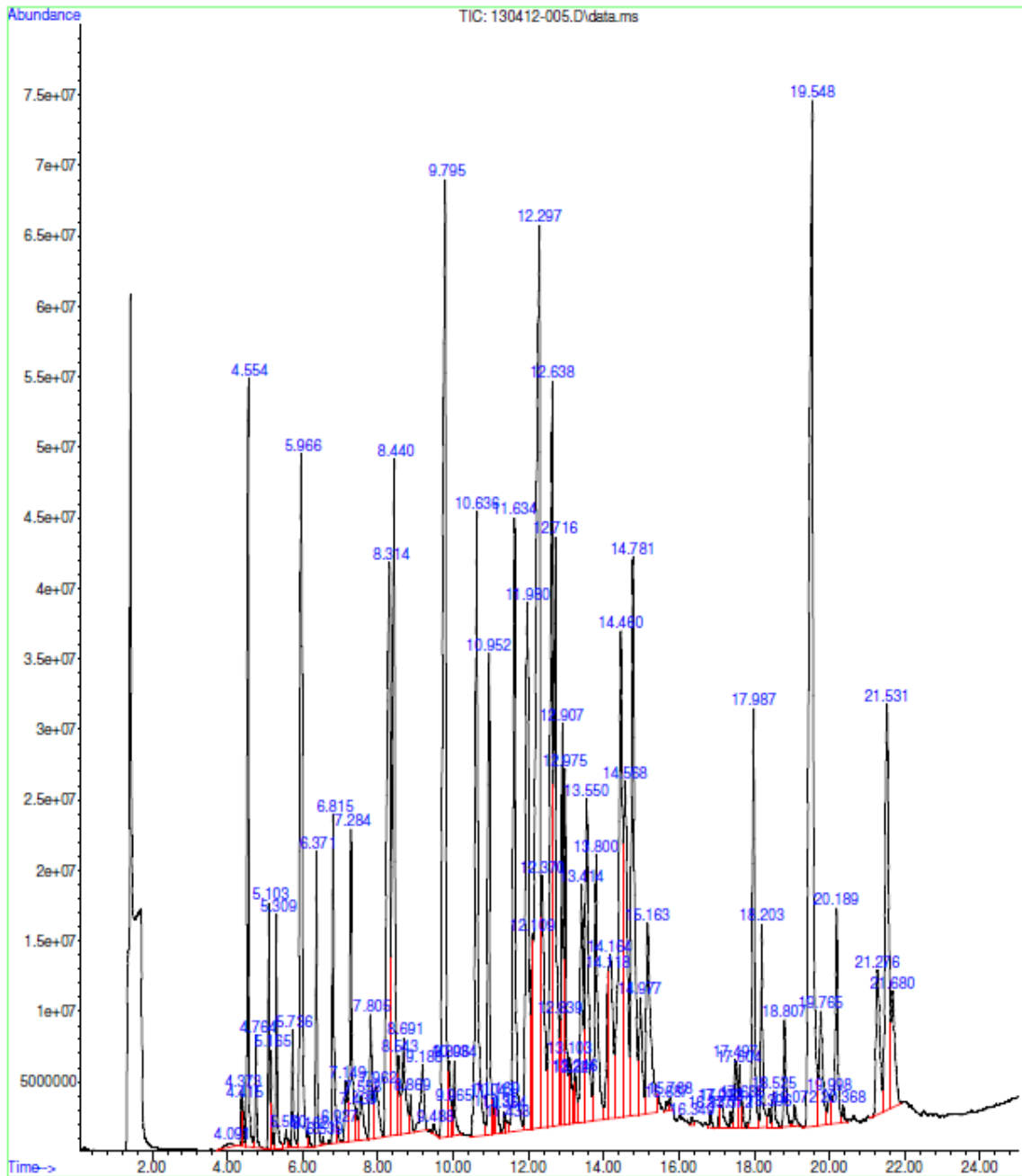
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 44. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**



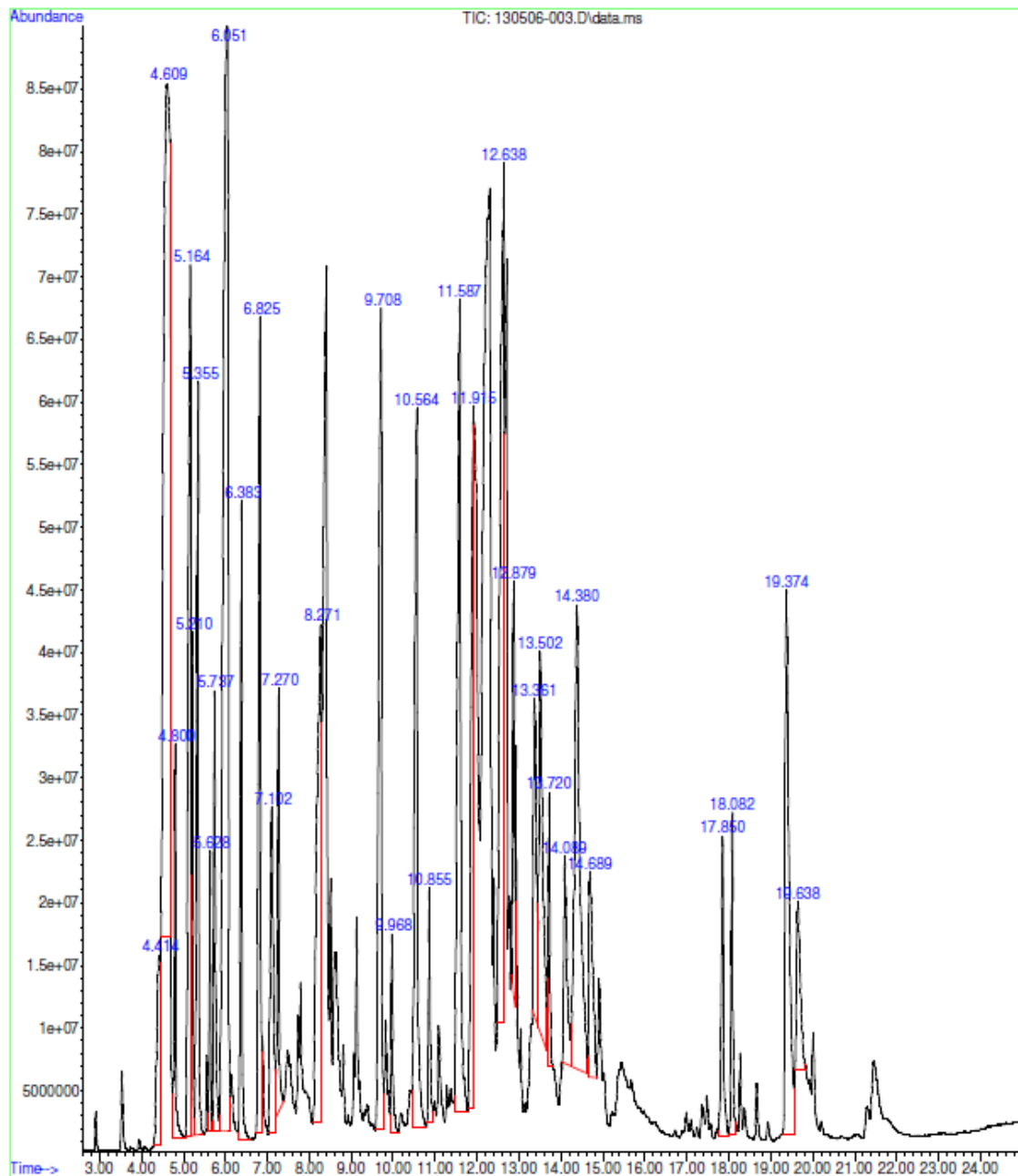
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 45. Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 10 años con un tiempo de extracción de 120 minutos



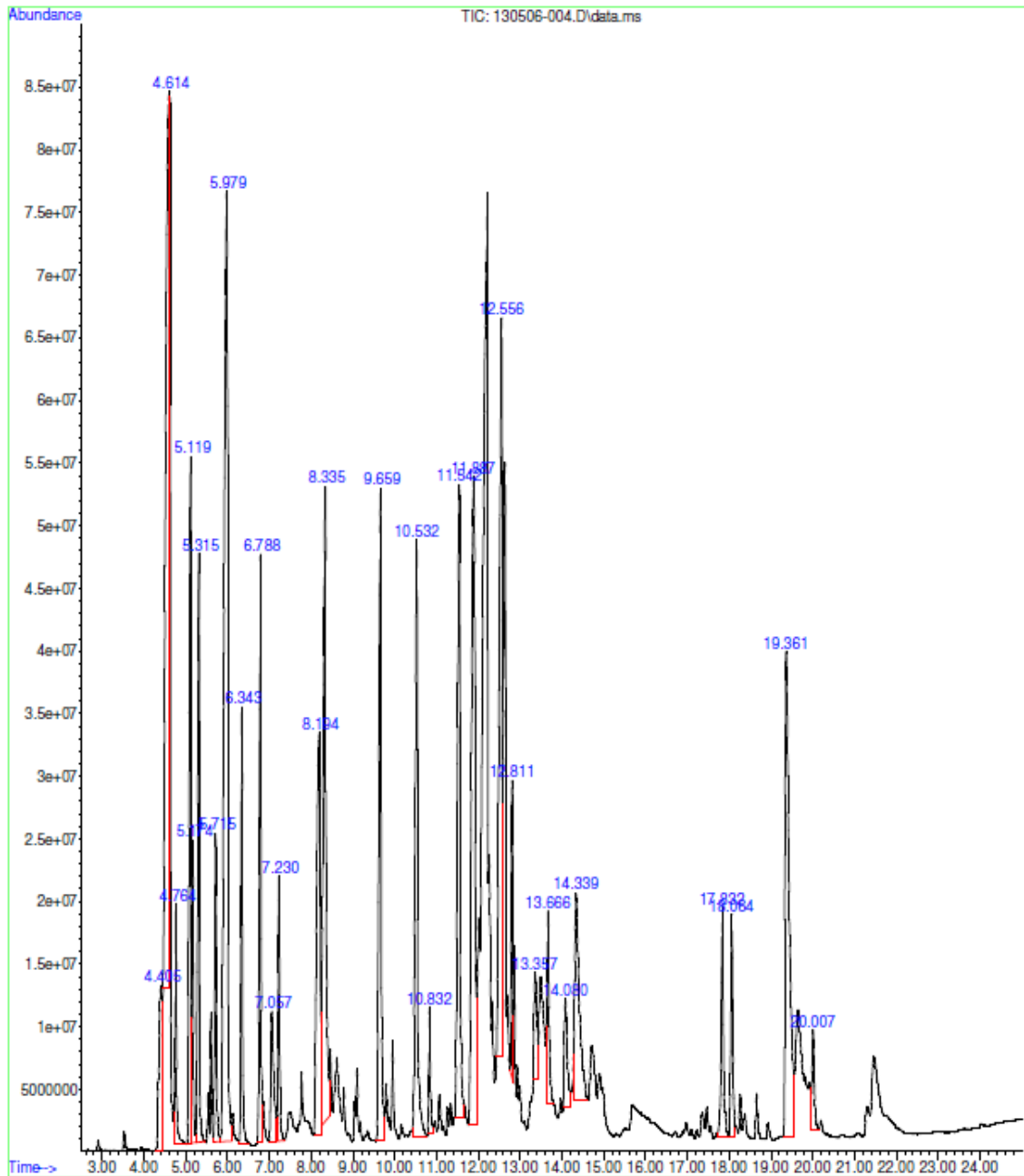
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 46. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 30 minutos**



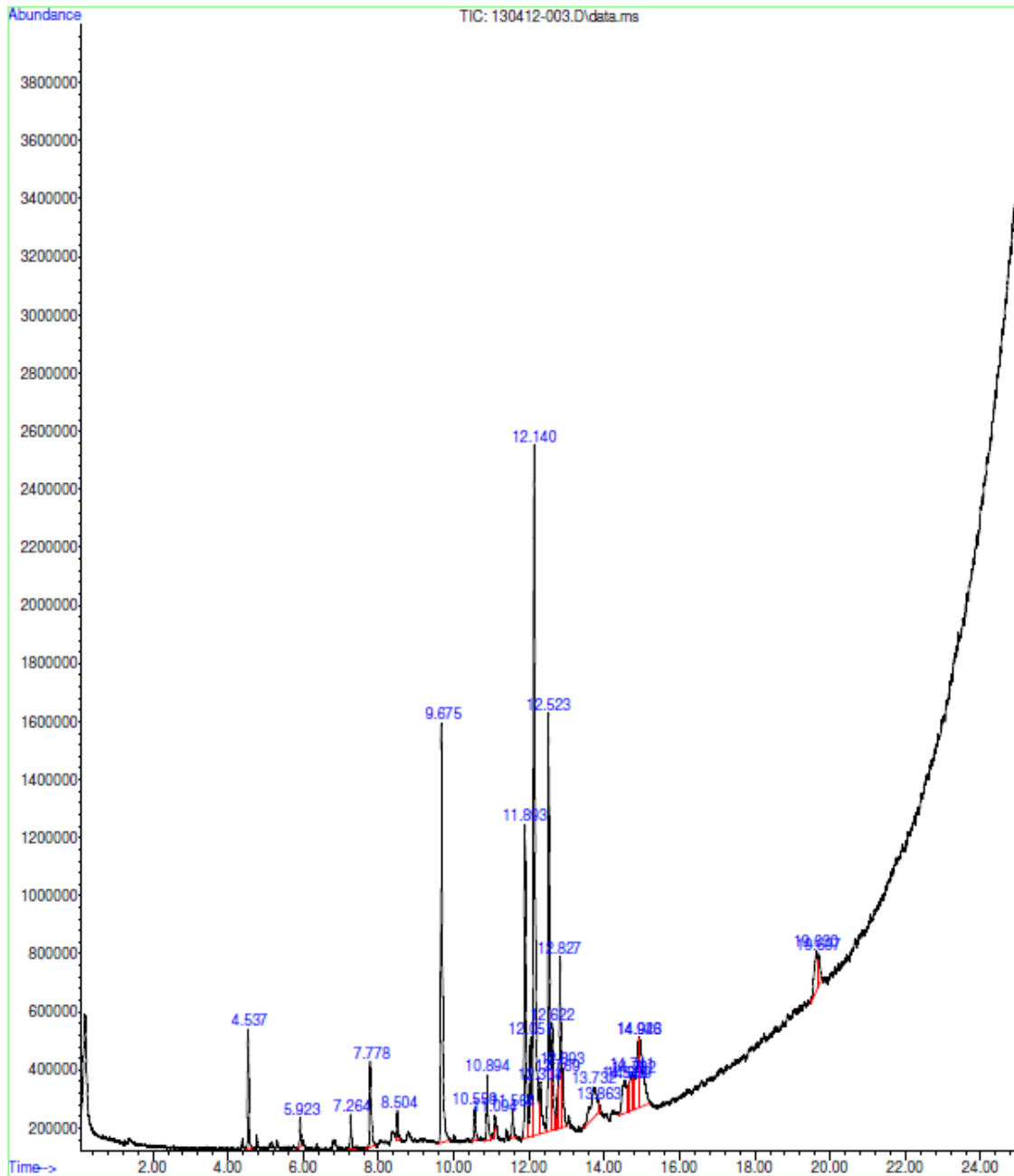
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 47. Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 60 minutos



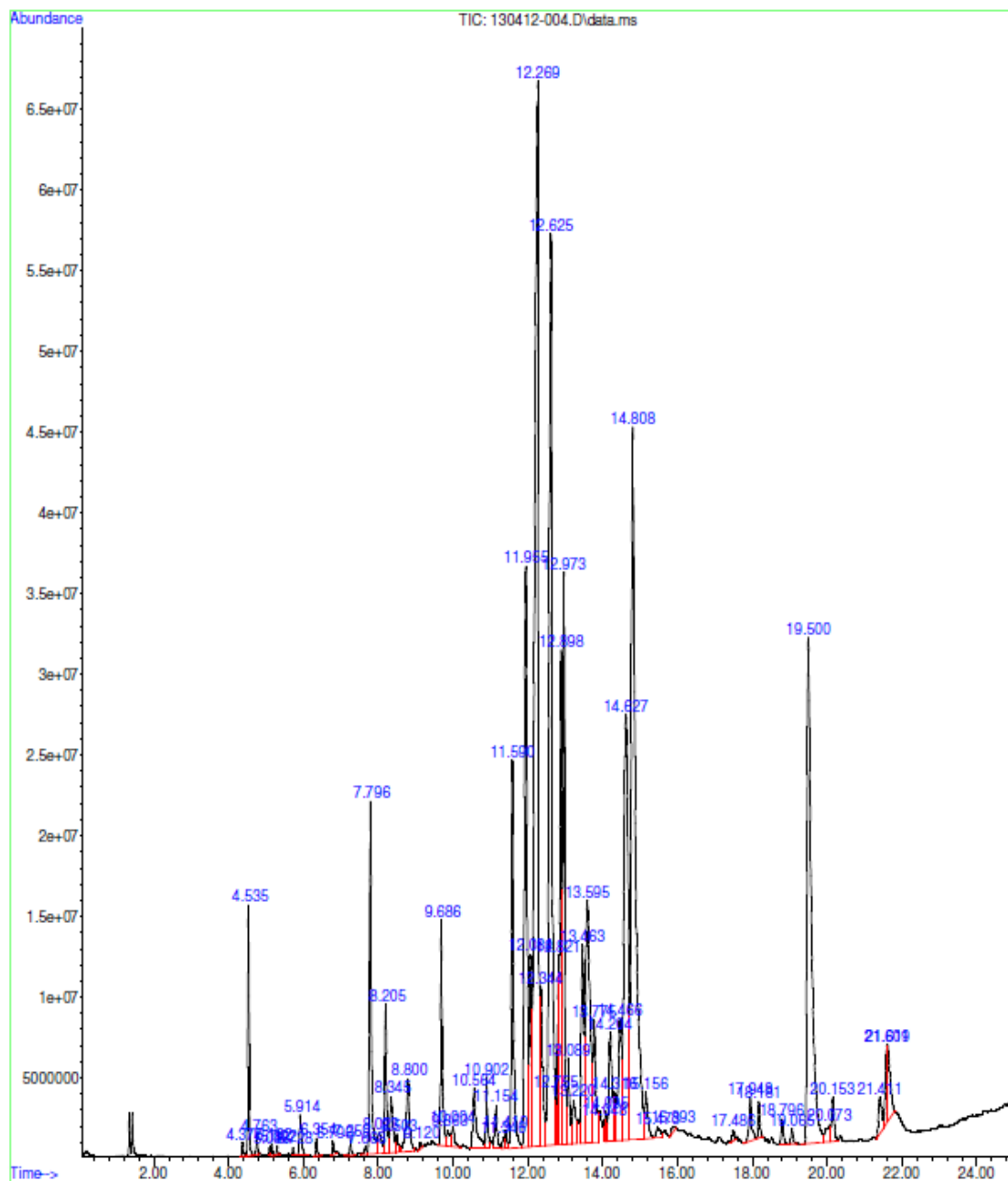
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Facultad de Ciencias Química y Farmacia, Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 48. **Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 90 minutos**



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

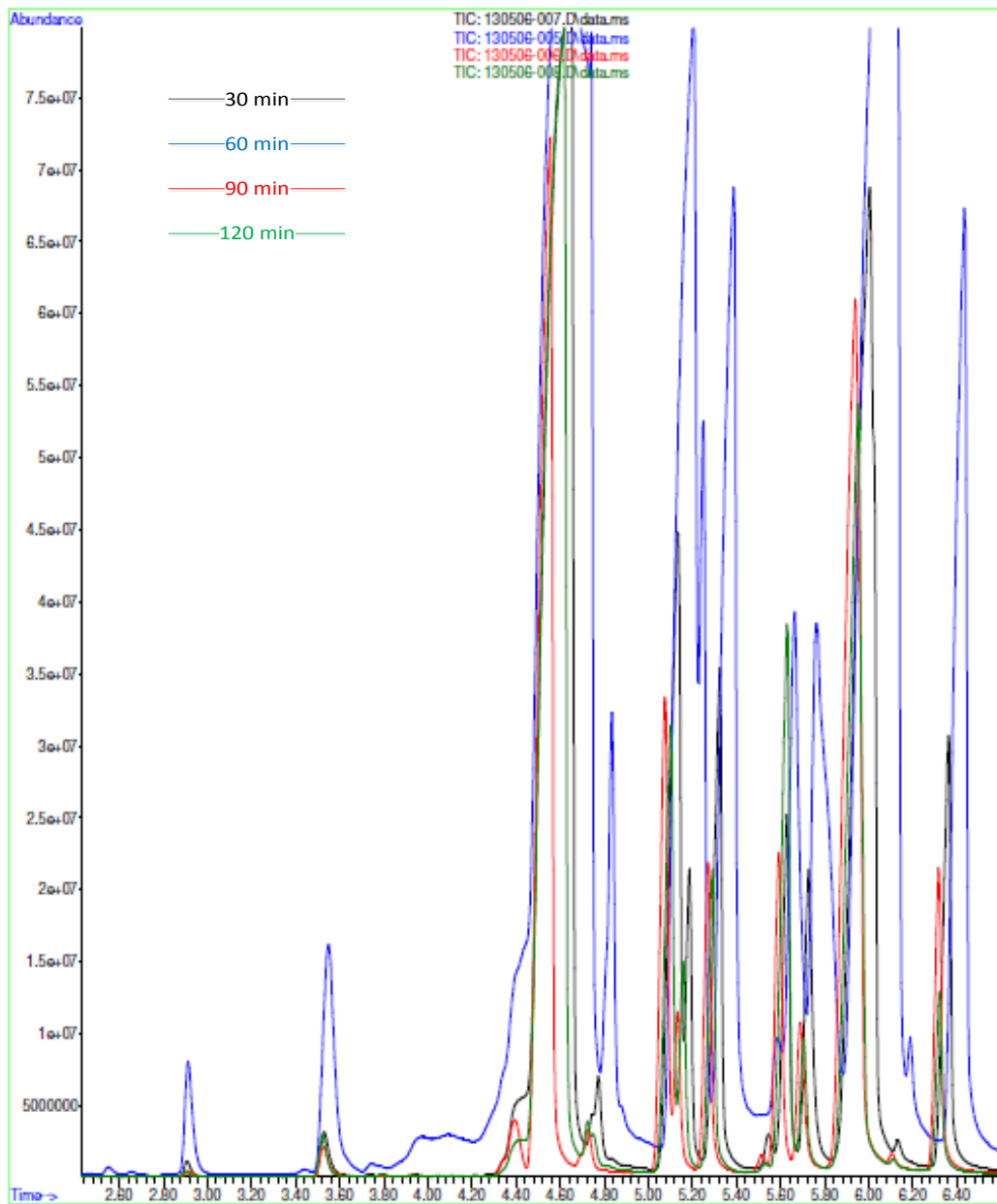
Figura 49. Cromatograma de aceite esencial de ciprés de 15 años con un tiempo de extracción de 120 minutos



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia, Universidad del Valle de Guatemala.

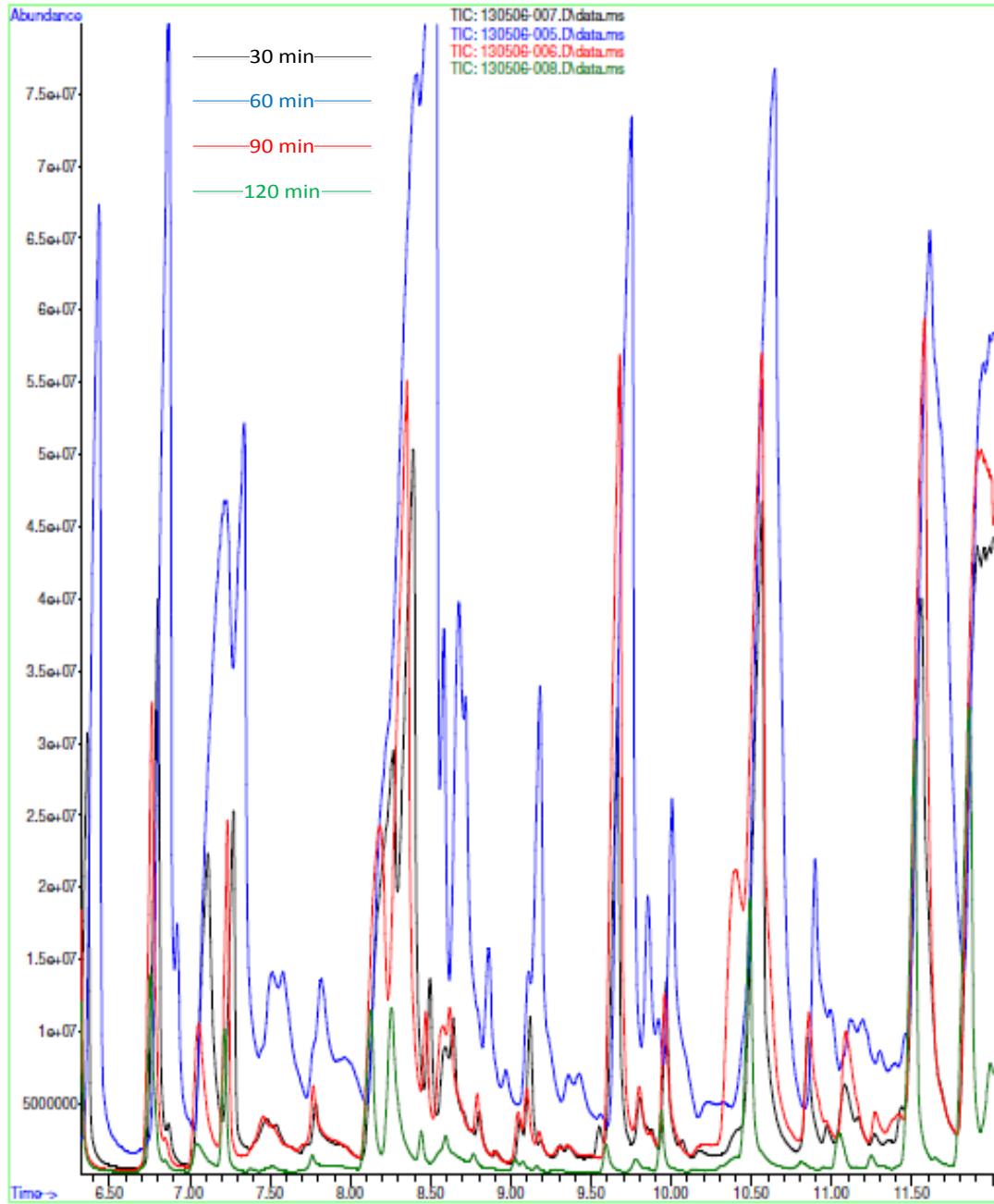
Figura 50. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 5 años**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-007.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:24 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: crom a 5a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



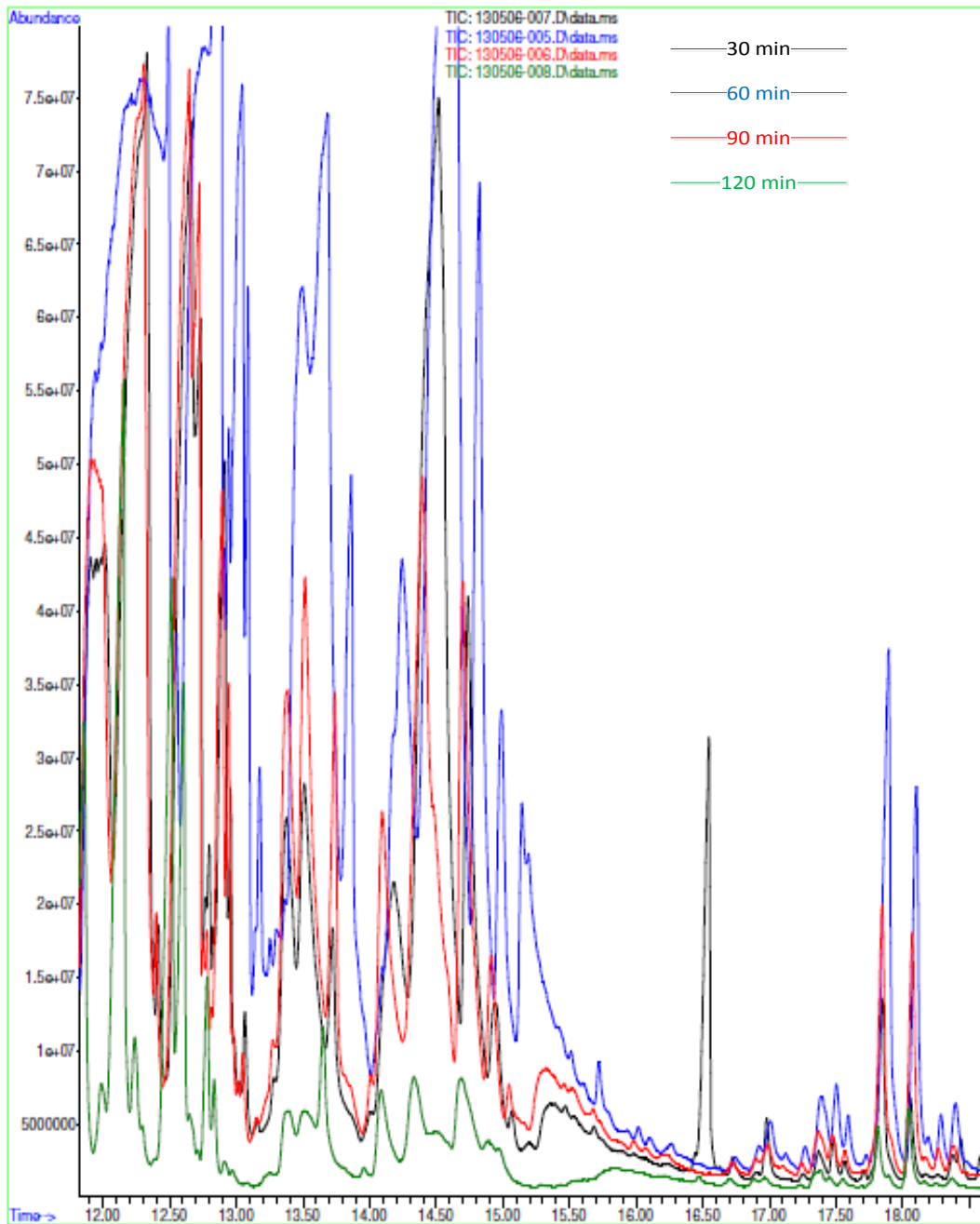
Continuación de la figura 50.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-007.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:24 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croms 5a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



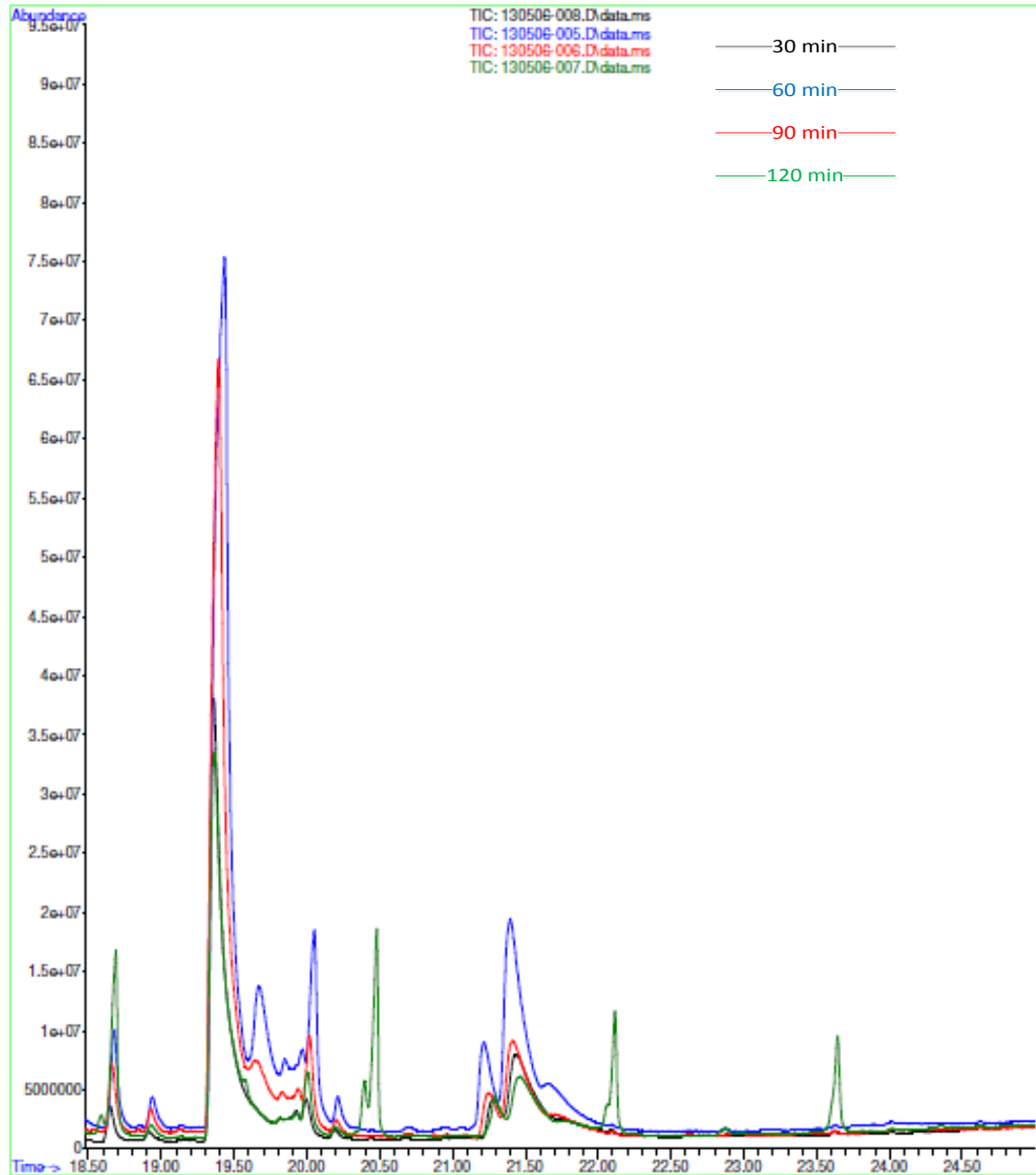
Continuación de la figura 50.

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-007.D
Operator : AdeM
Acquired : 6 May 2013 13:24 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: aroma 5a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 50.

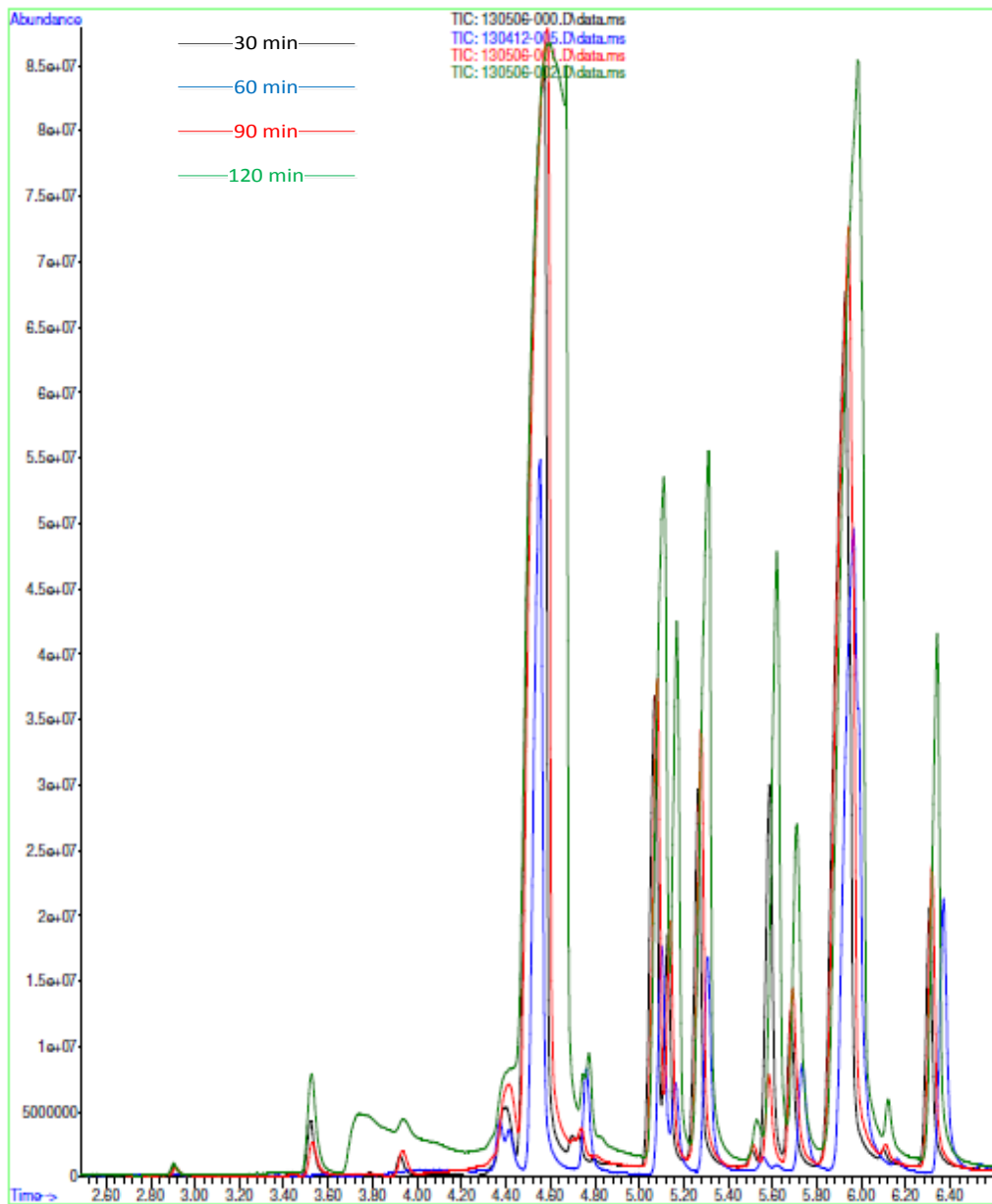
File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-008.D
Operator : Adm
Acquired : 6 May 2013 13:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : aroma 5a-120
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

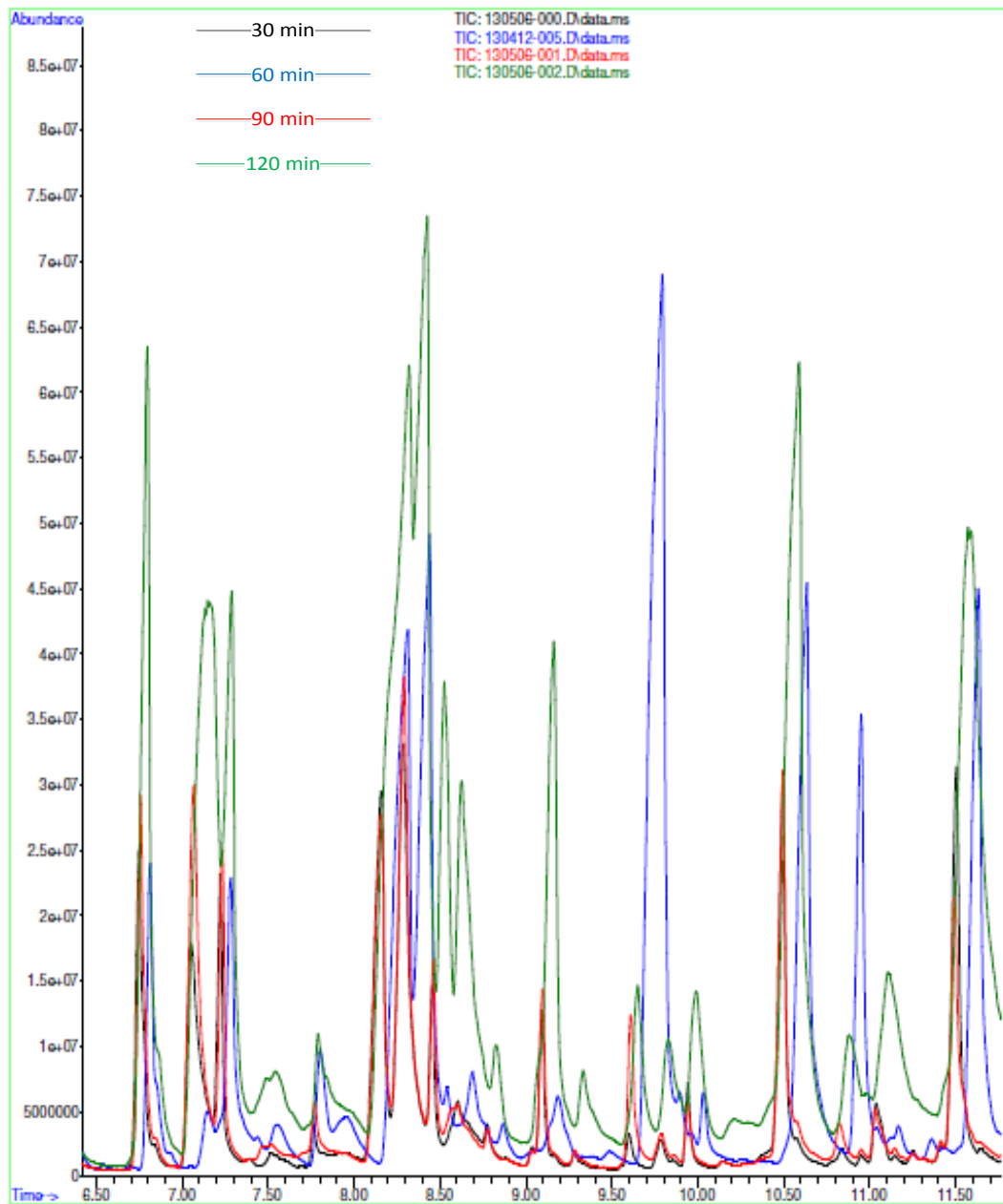
Figura 51. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 10 años**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : croma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



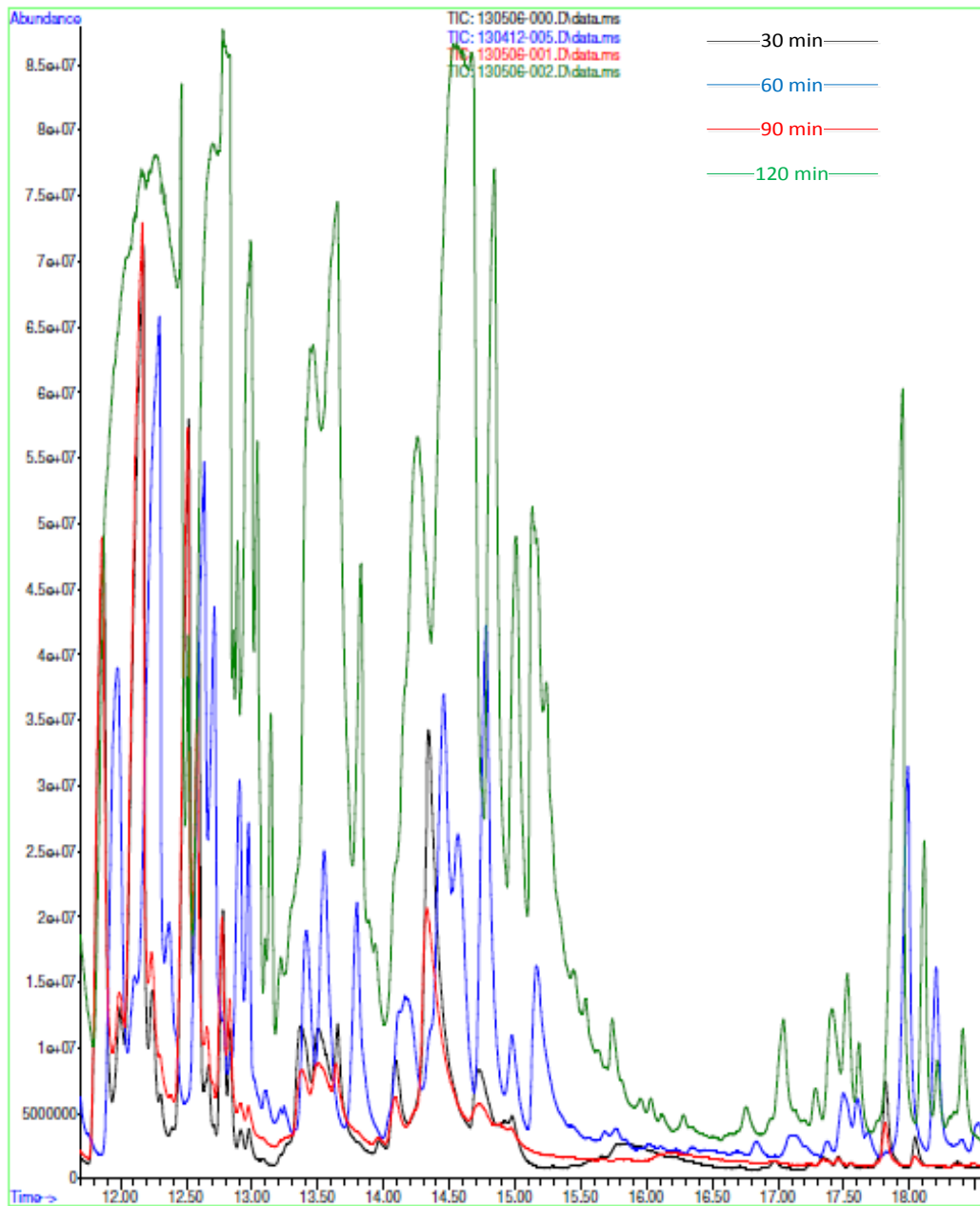
Continuación de la figura 51.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



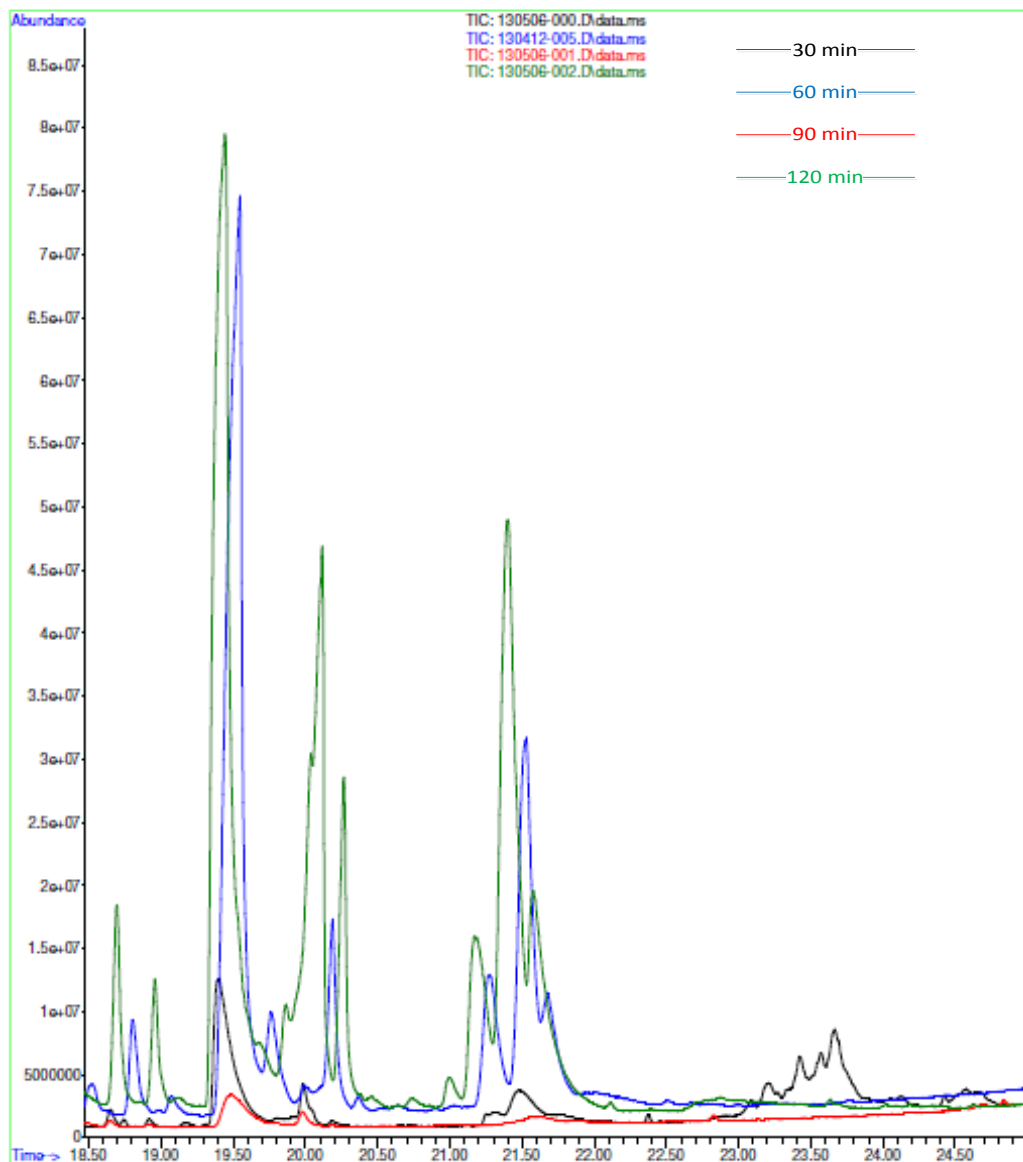
Continuación de la figura 51.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: cromas 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 51.

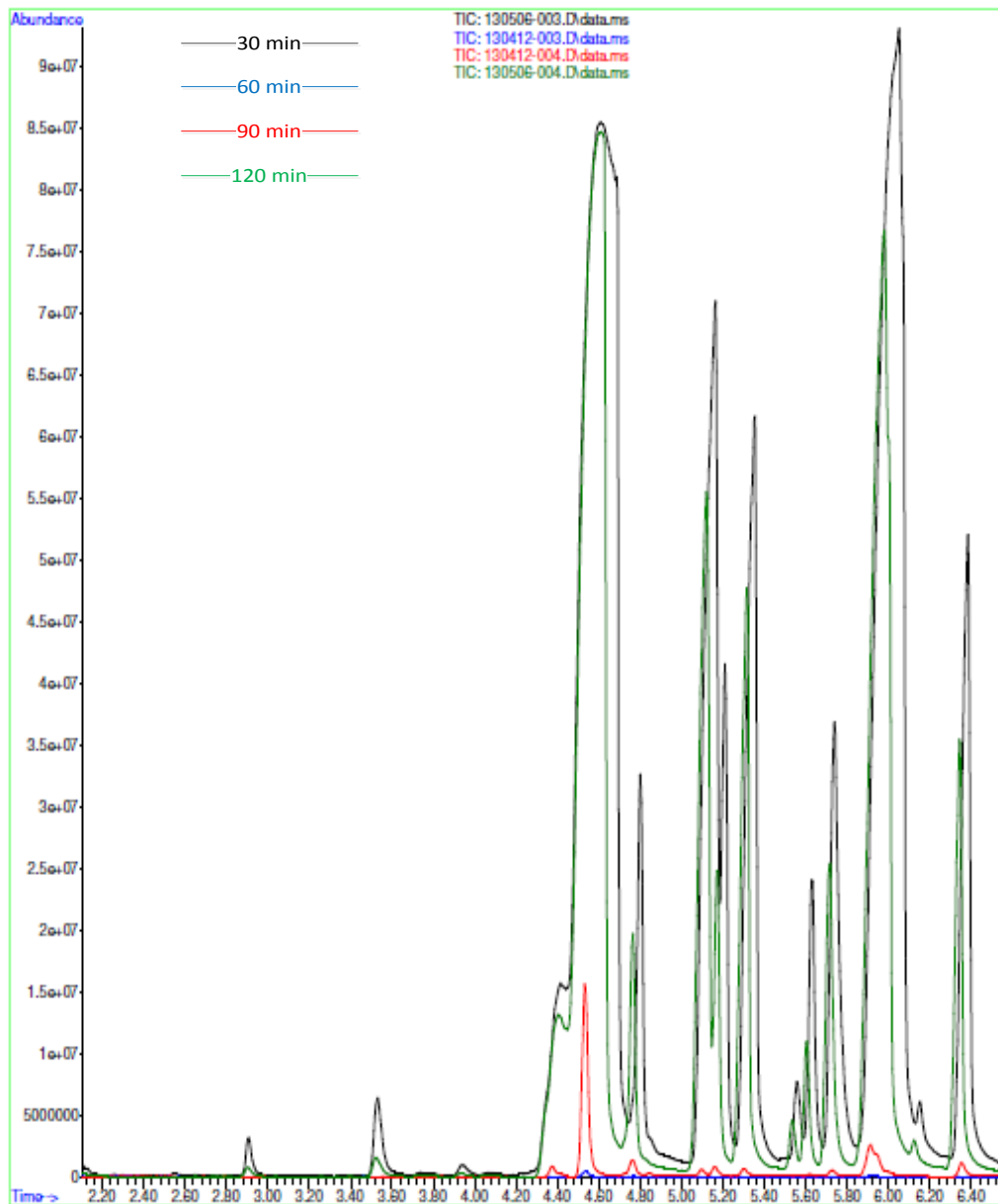
```
File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator   : AdaM
Acquired   : 6 May 2013  8:52    using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument  : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-30
Misc Info  :
Vial Number: 1
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

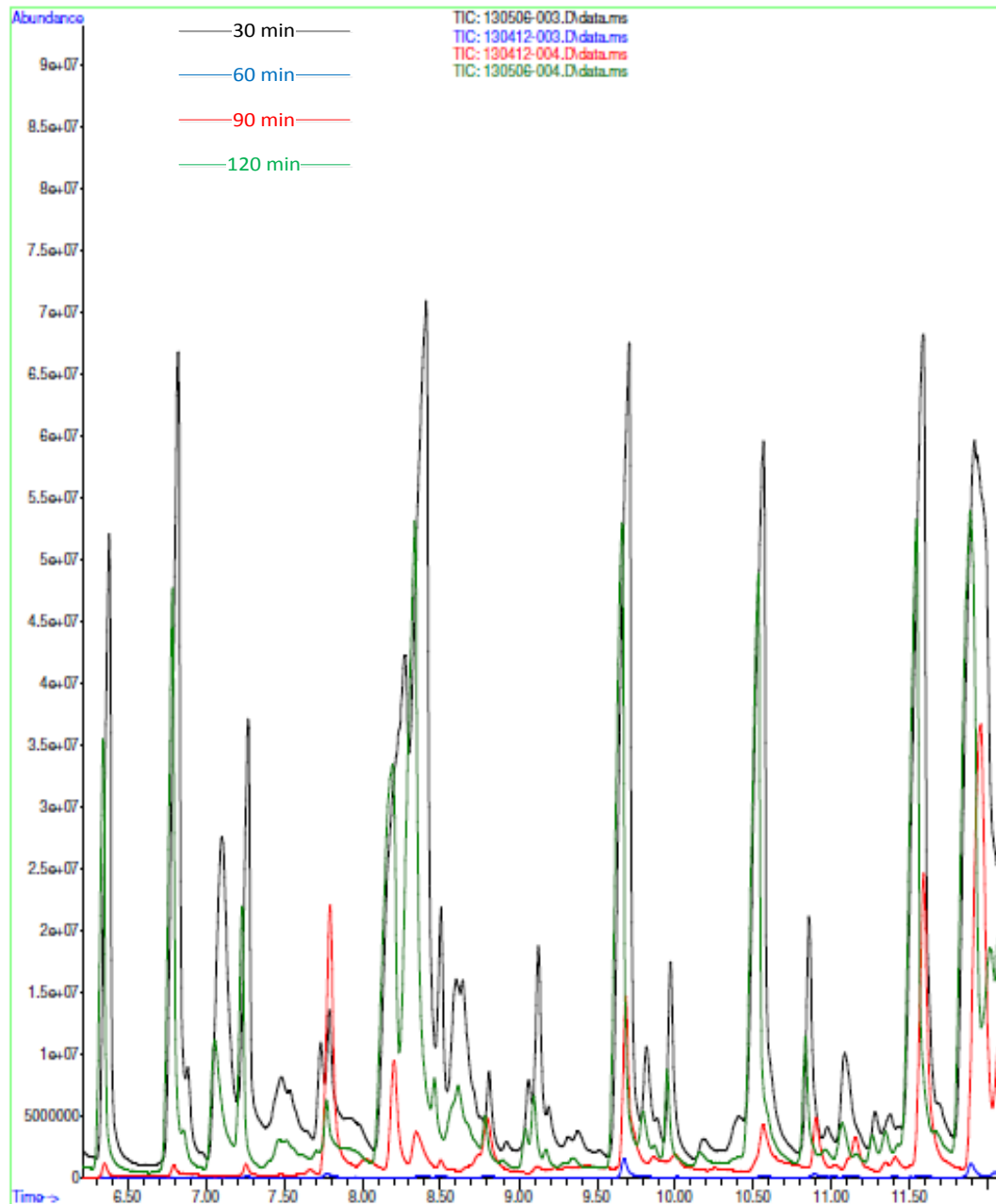
Figura 52. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 15 años**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-003.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 11:15 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 15a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



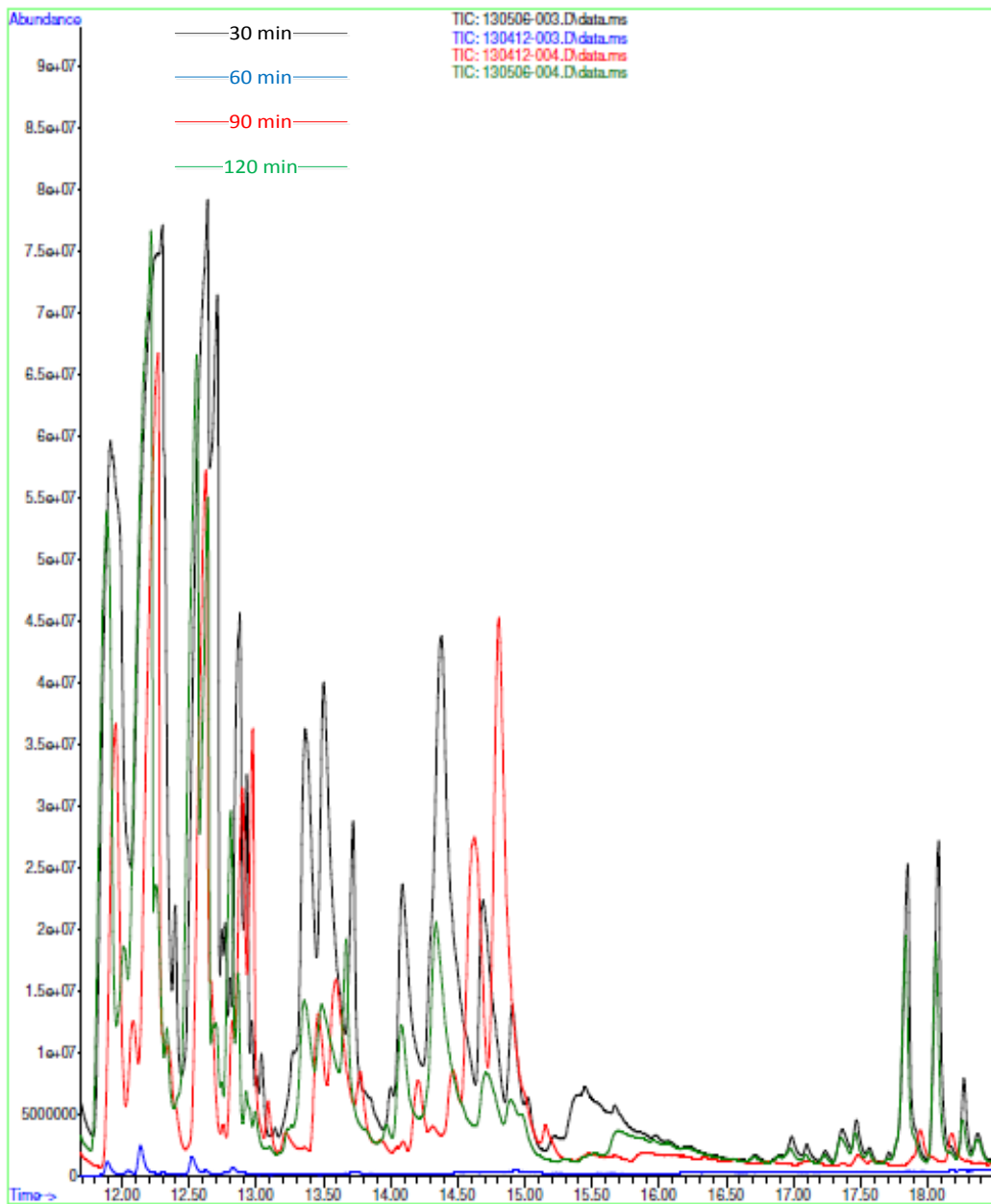
Continuación de la figura 52.

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-003.D
Operator : AdeM
Acquired : 6 May 2013 11:15 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: aroma 15a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



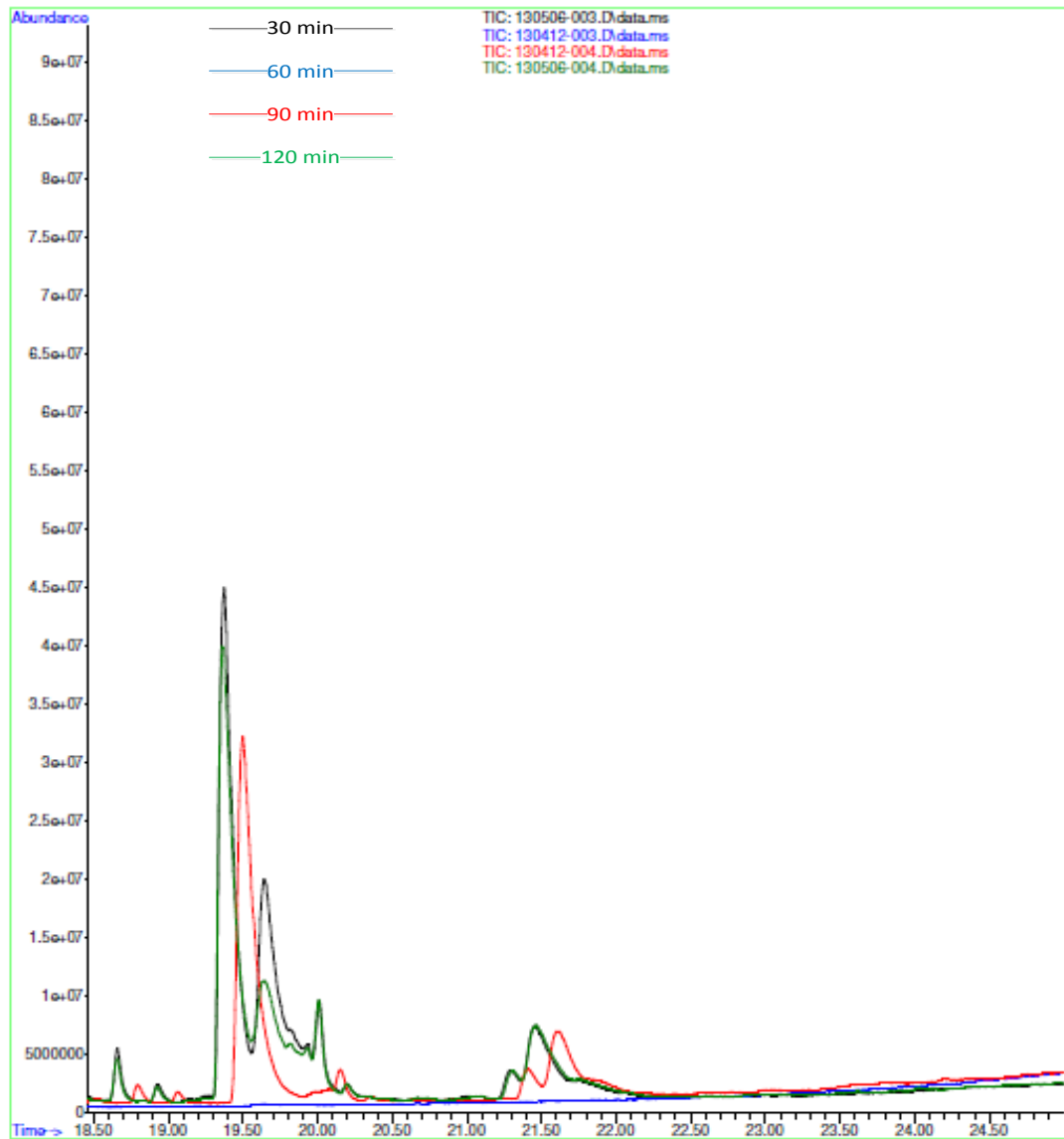
Continuación de la figura 52.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-003.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 11:15 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croms 15a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 52.

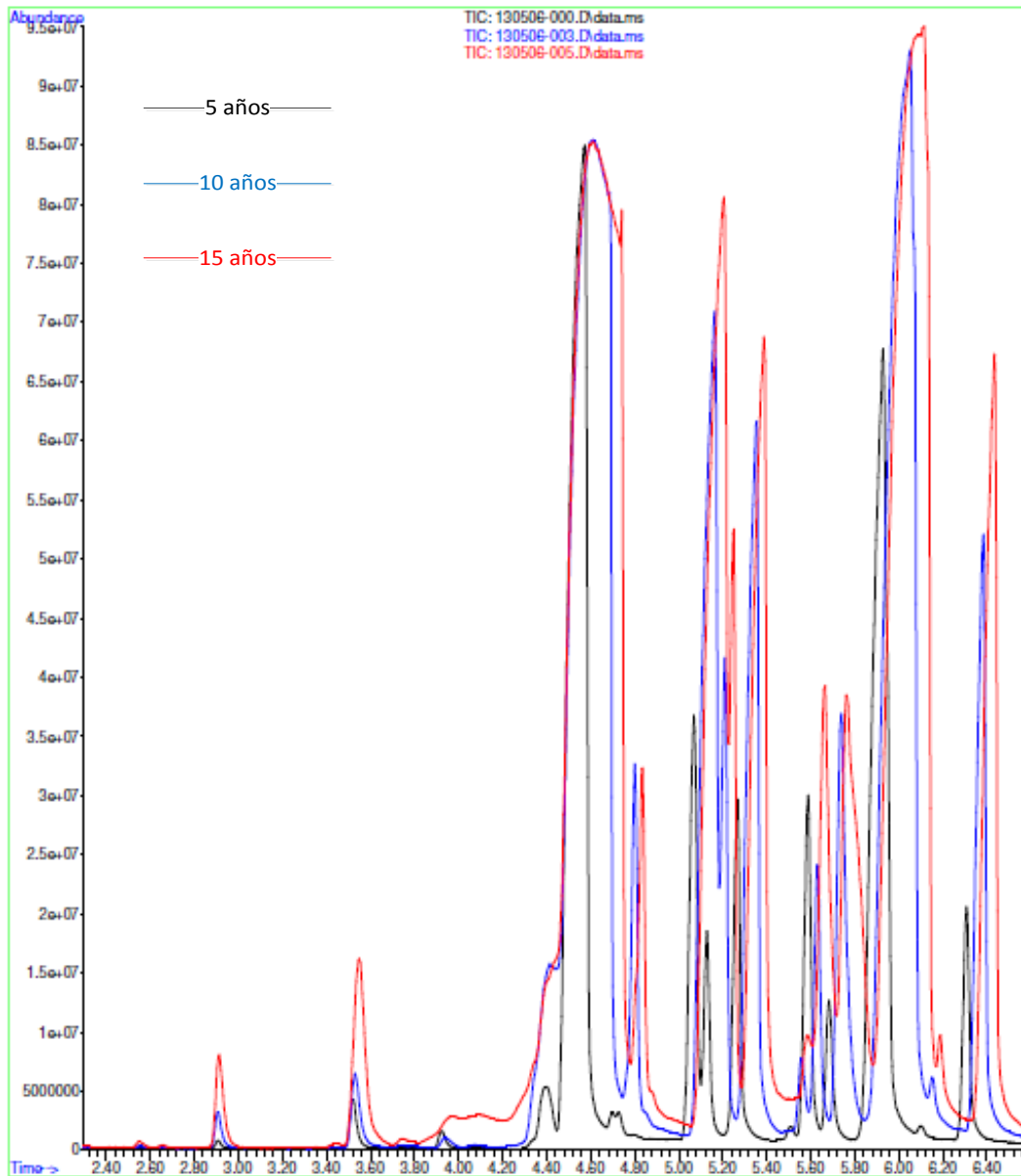
File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-003.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 11:15 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 15a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

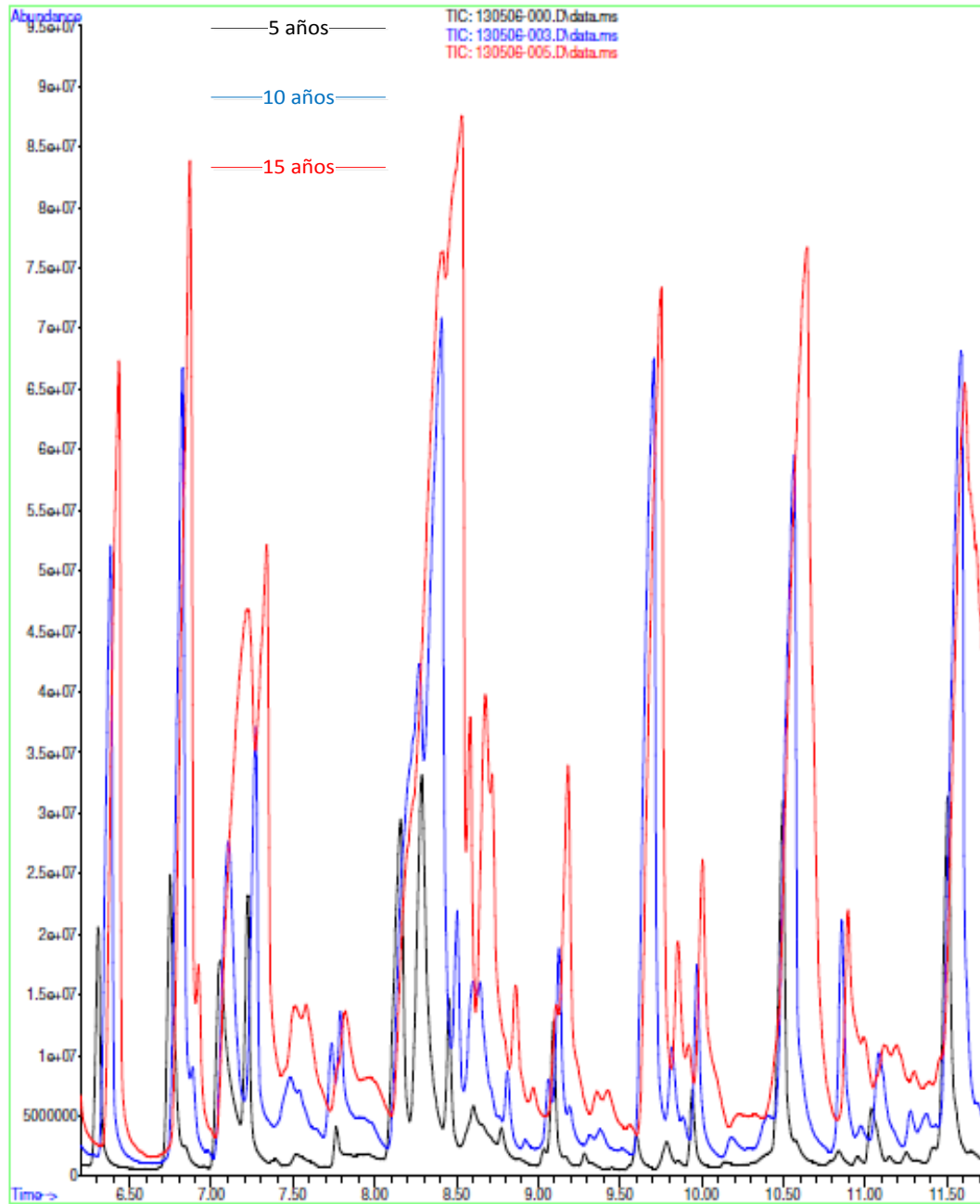
Figura 53. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 5, 10 y 15 años con 30 minutos de hidrodestilación**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



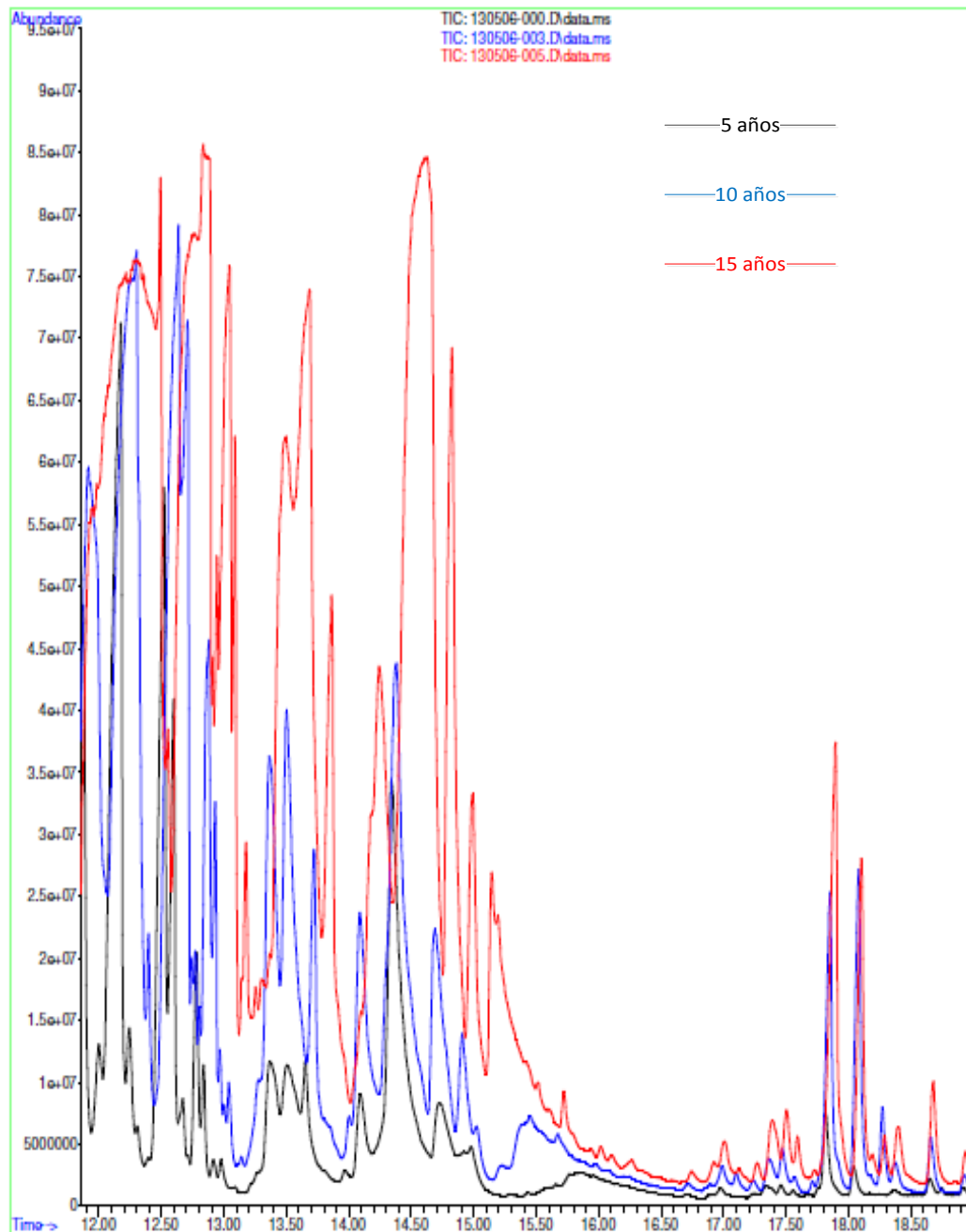
Continuación de la figura 53.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdeM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: aroma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



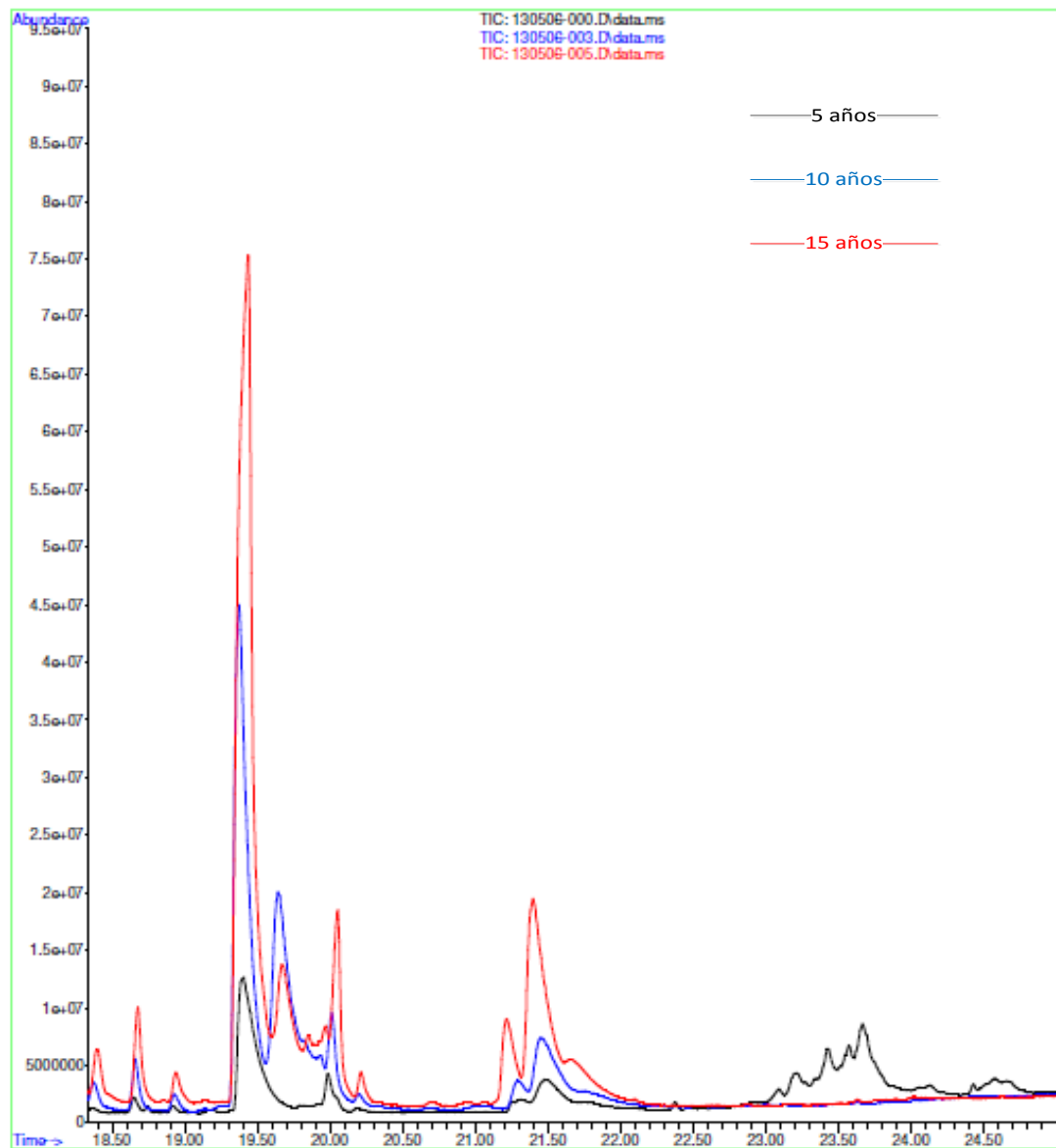
Continuación de la figura 53.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: aroma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 53.

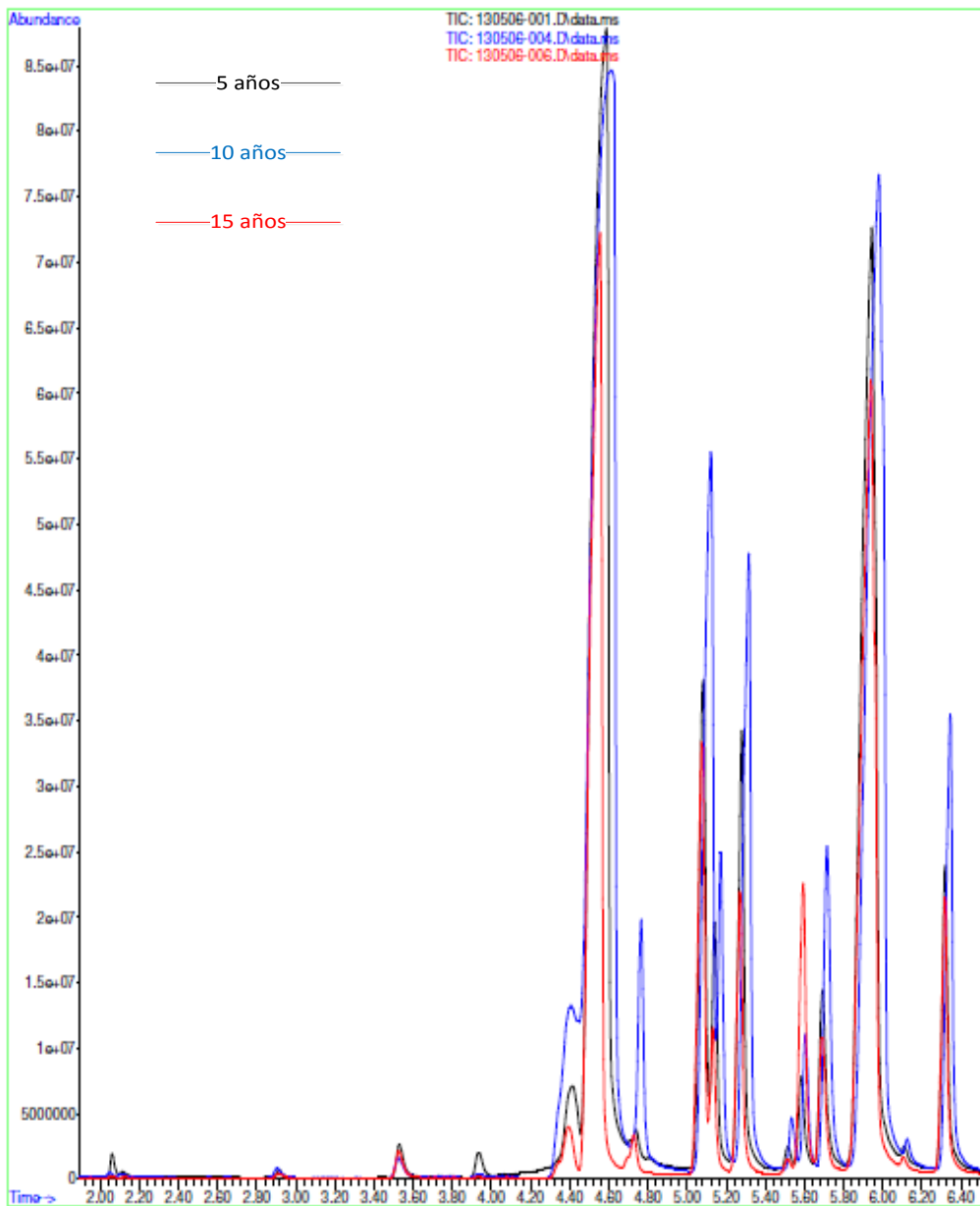
File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-000.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 8:52 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-30
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

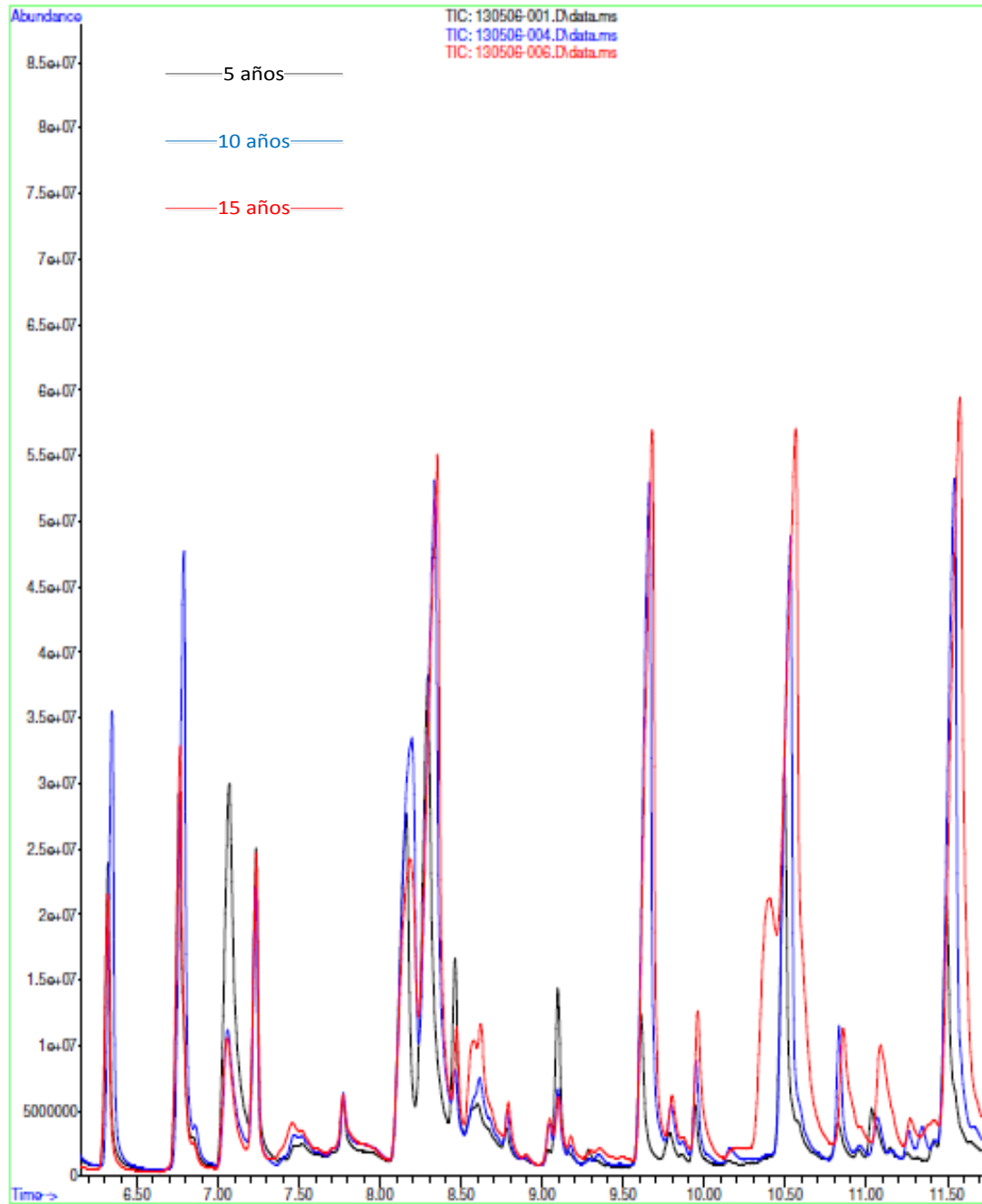
Figura 54. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 5, 10 y 15 años con 60 minutos de hidrodestilación**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-001.D
Operator : AdeM
Acquired : 6 May 2013 9:25 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-60
Misc Info :
Vial Number: 1



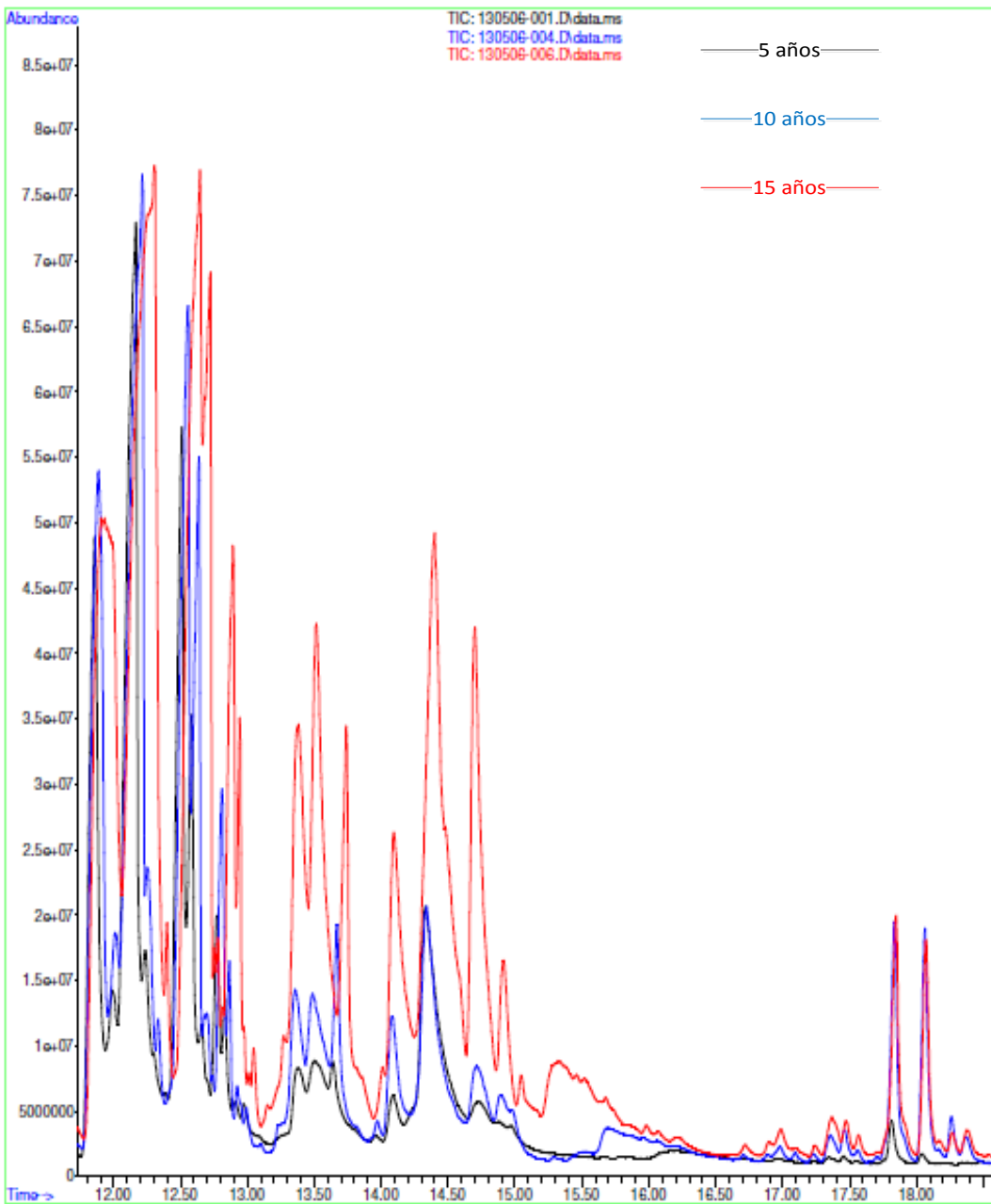
Continuación de la figura 54.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-001.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 9:25 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-60
Misc Info :
Vial Number: 1



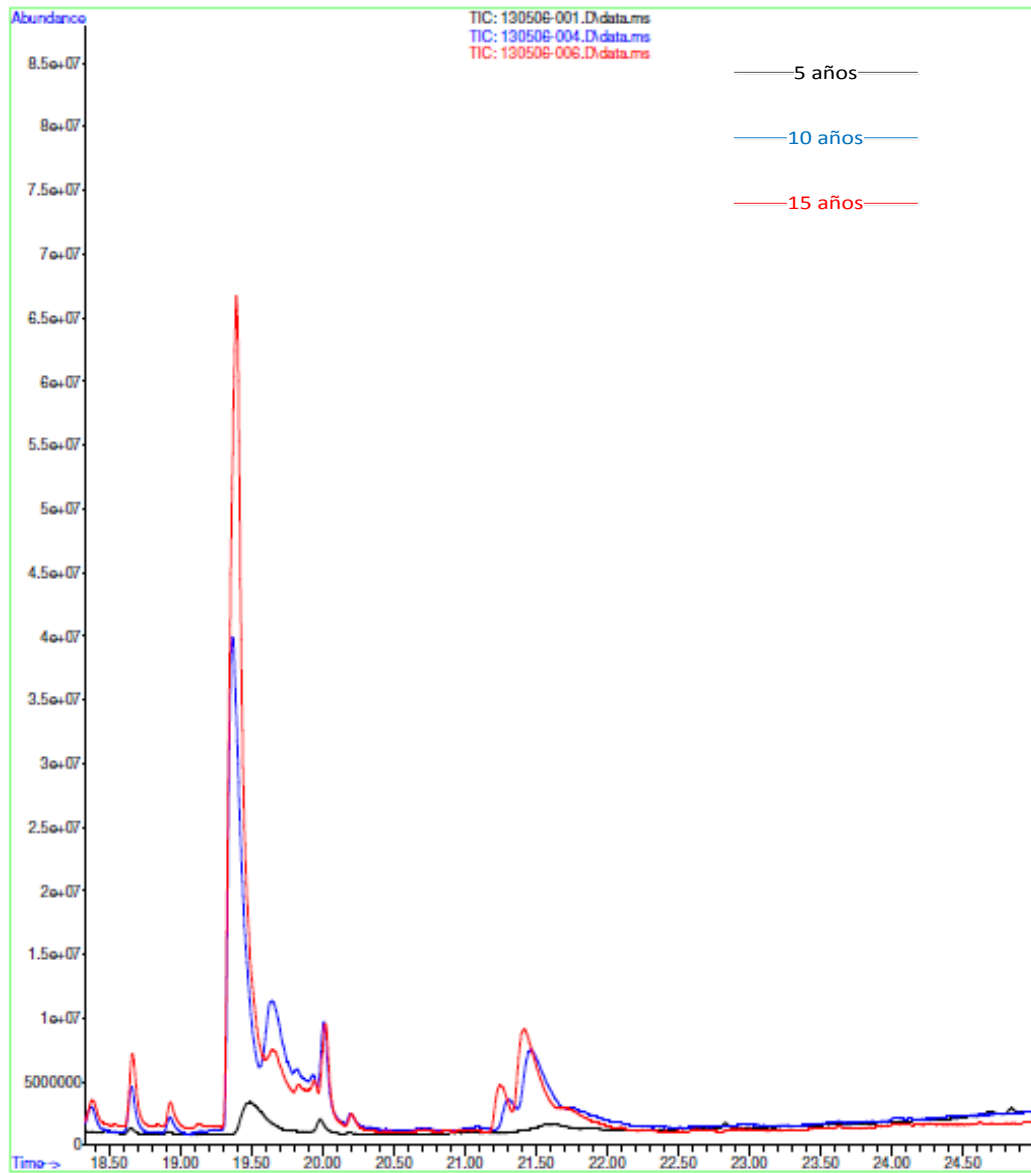
Continuación de la figura 54.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-001.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 9:25 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-60
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 54.

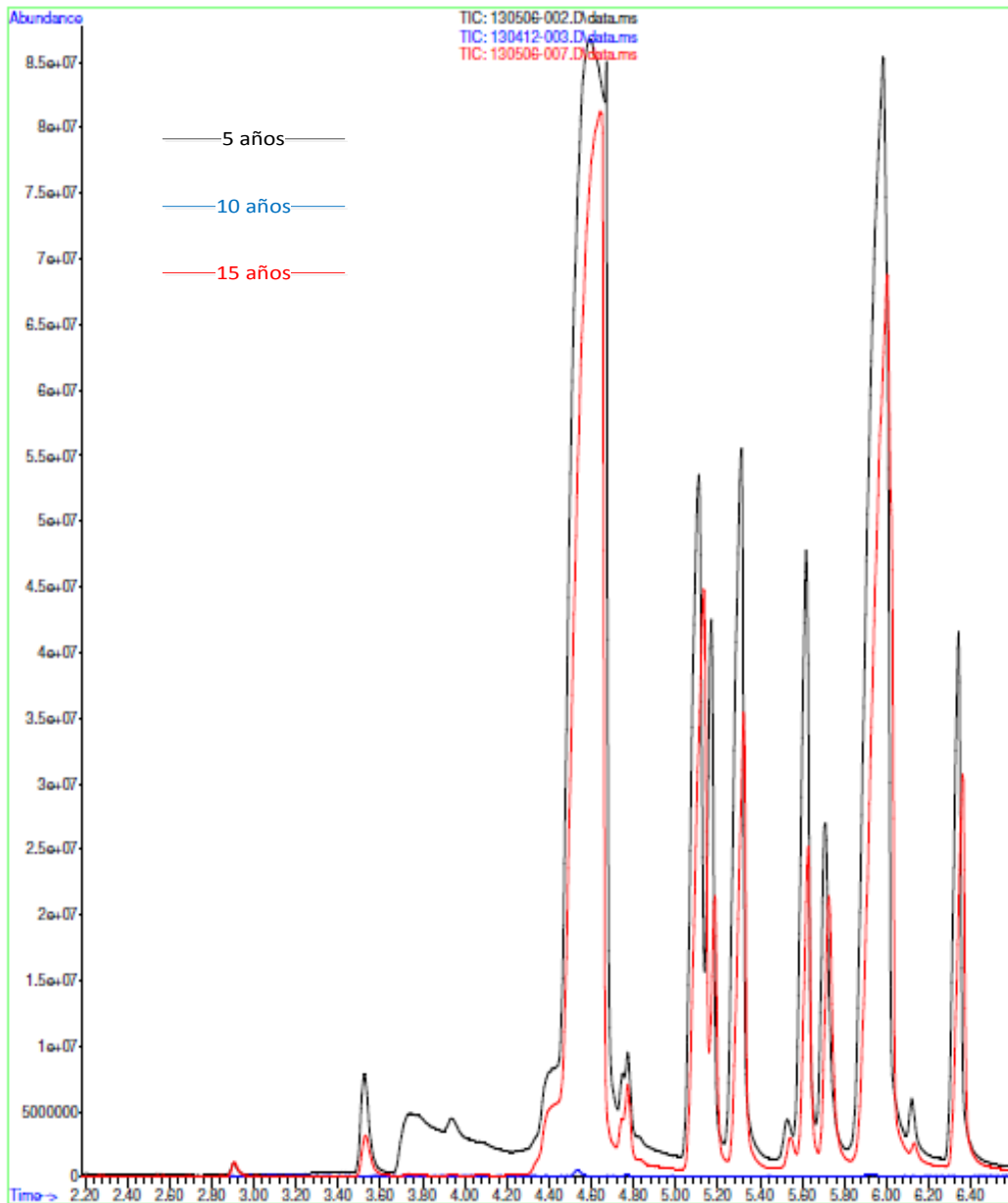
File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-001.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 9:25 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-60
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

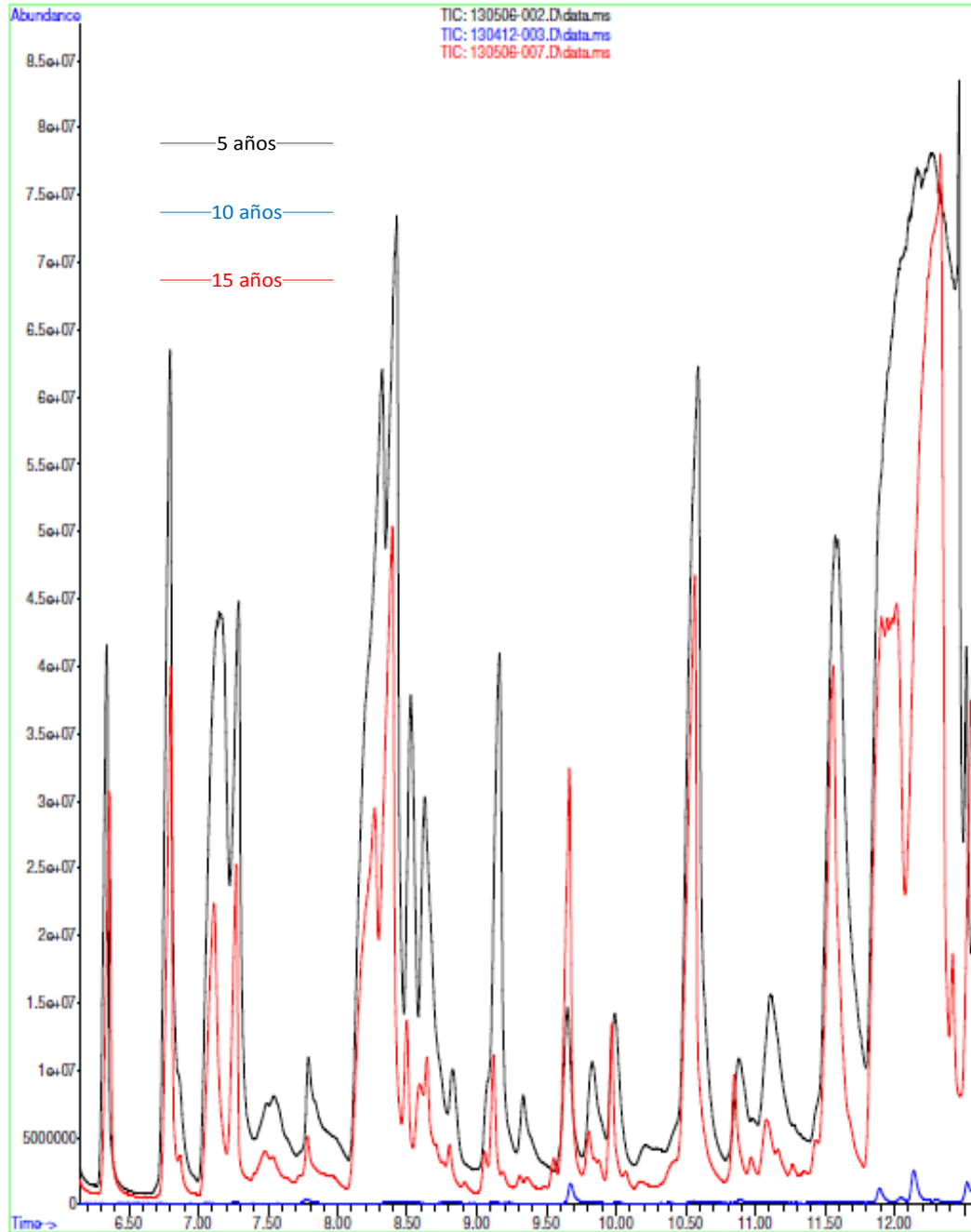
Figura 55. **Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 5, 10 y 15 años con 90 minutos de hidrodestilación**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-002.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 10:43 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 10a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



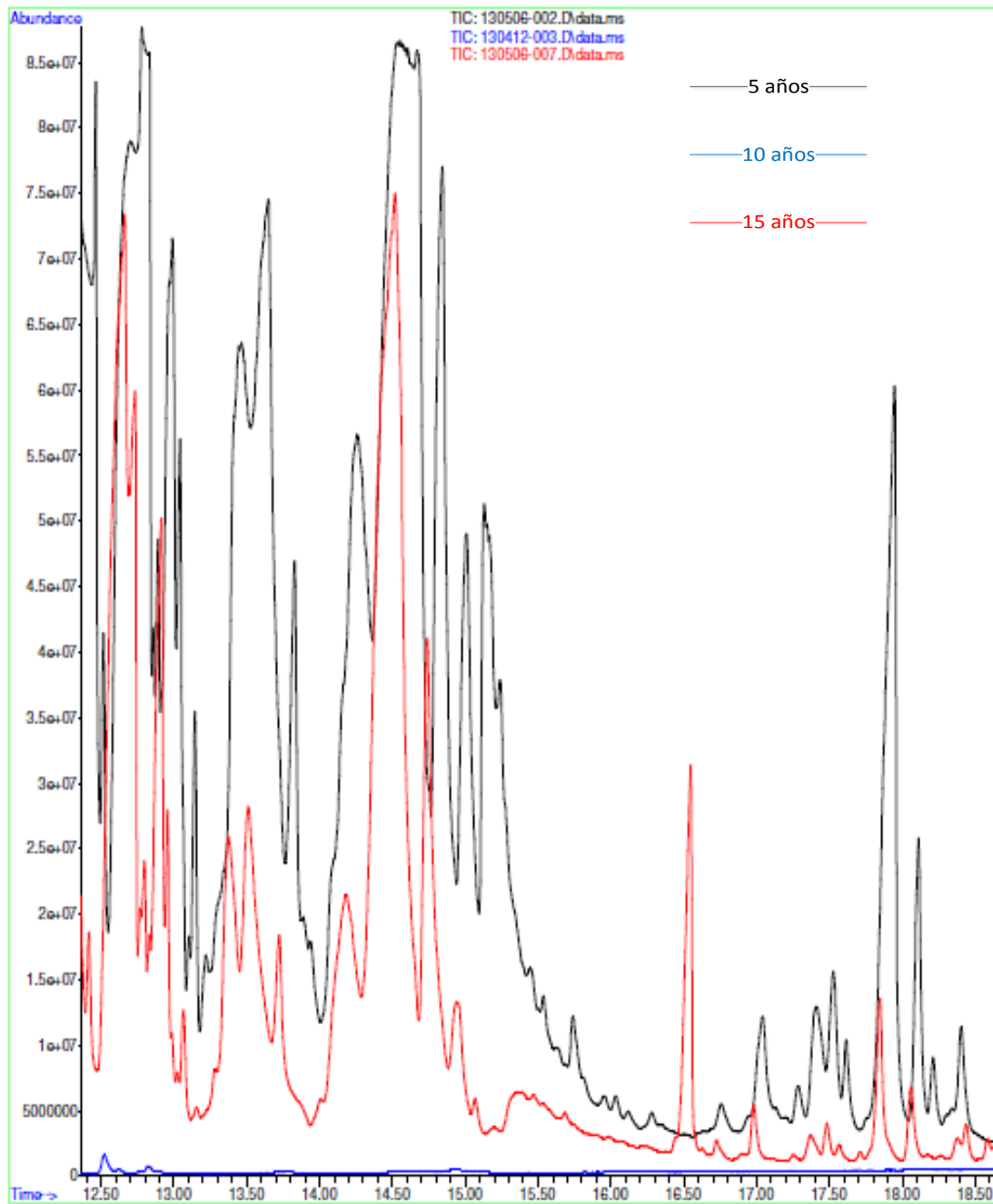
Continuación de la figura 55.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-002.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 10:43 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croms 10a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



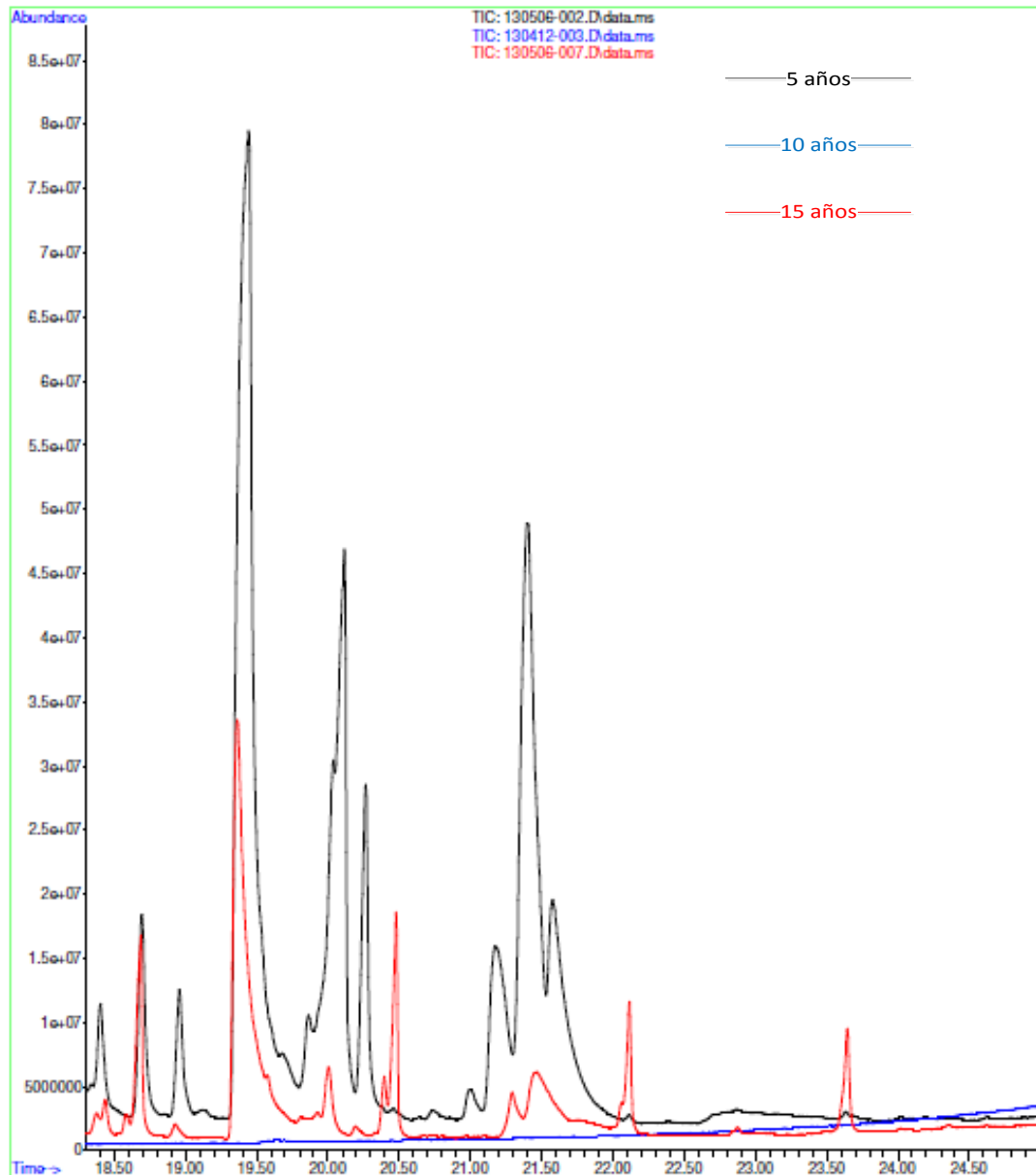
Continuación de la figura 55.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-002.D
Operator : AdoM
Acquired : 6 May 2013 10:43 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: cromat 10a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 55.

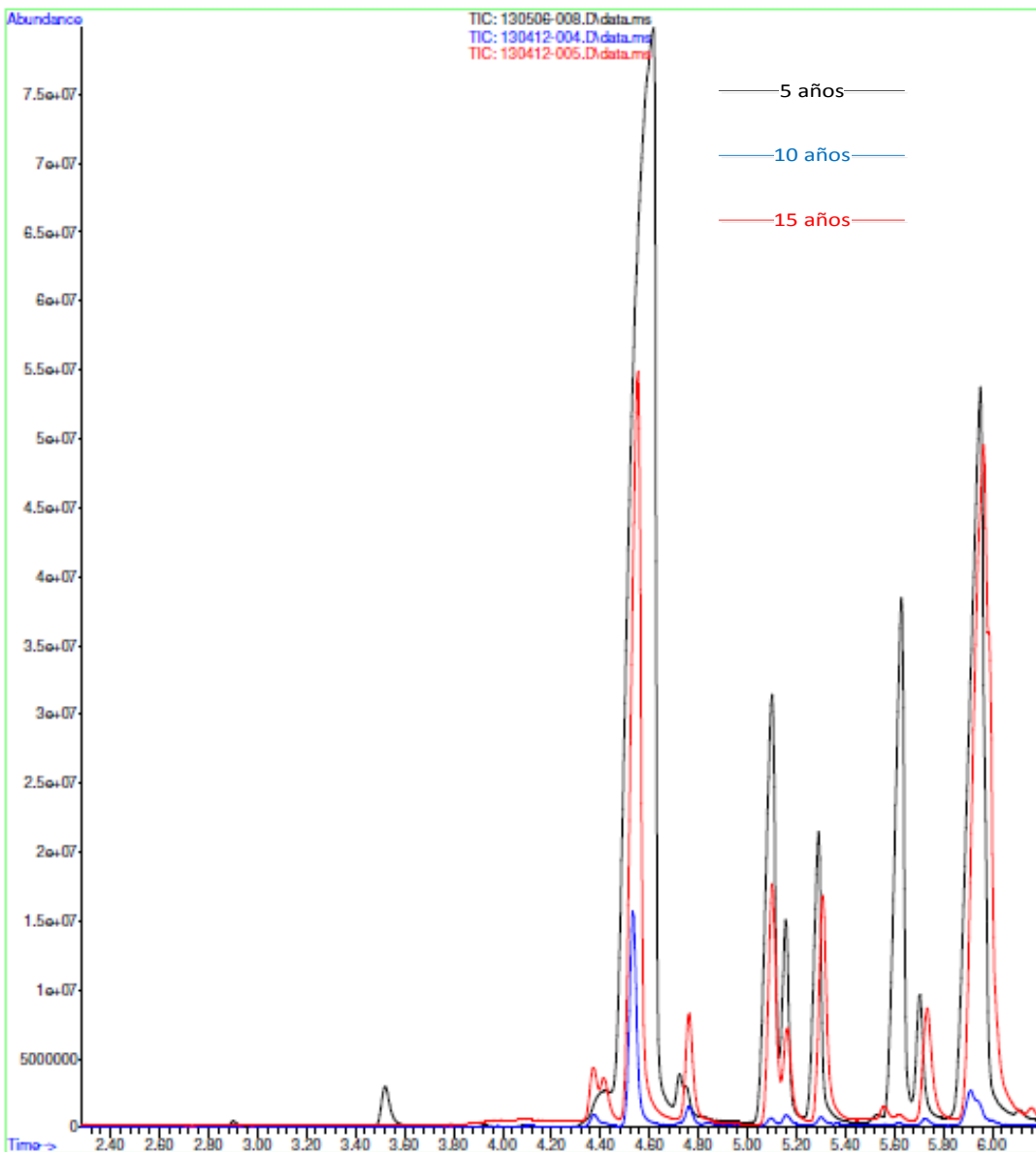
File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-002.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 10:43 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : croma 10a-90
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

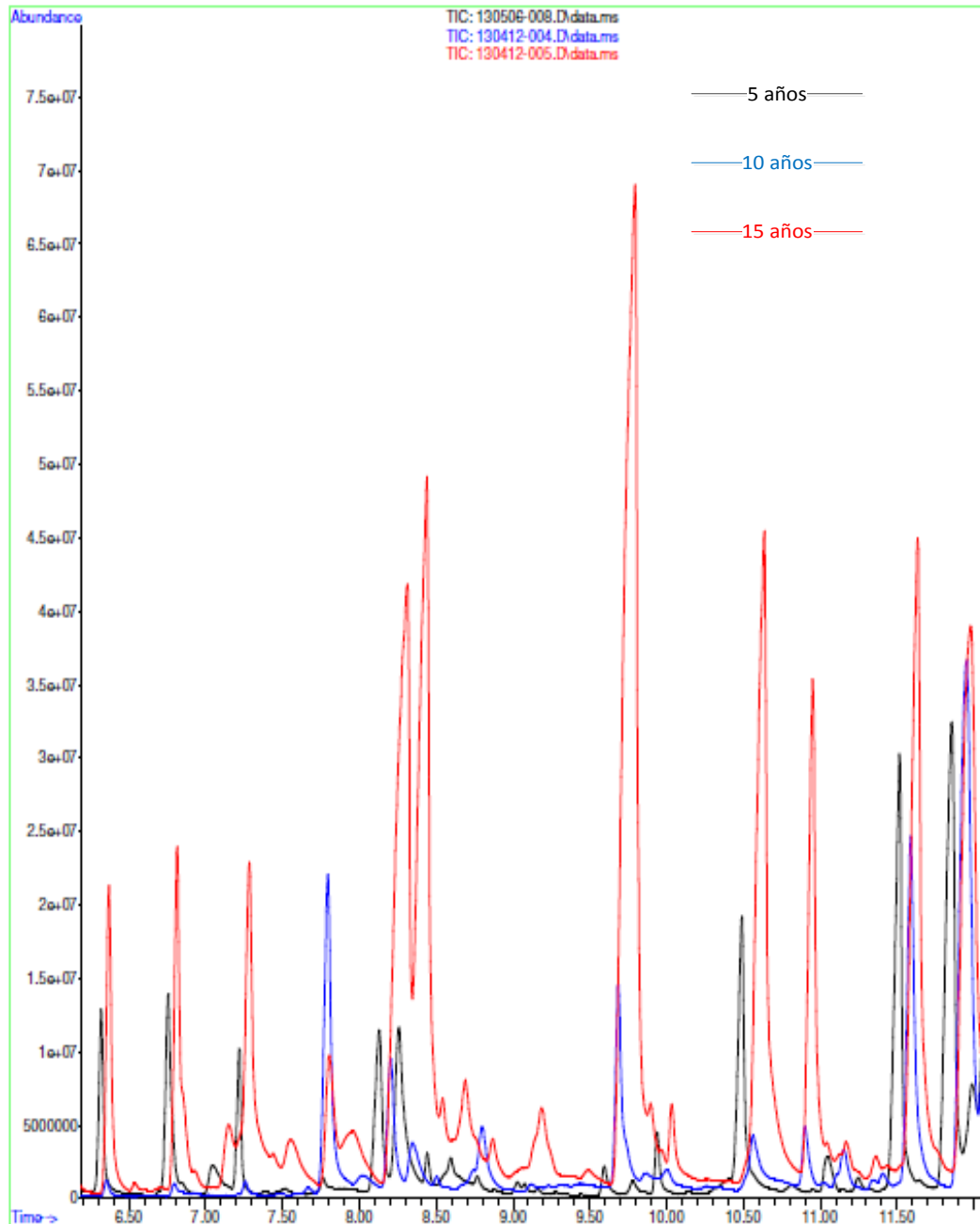
Figura 56. Comparación de cromatogramas del aceite esencial de ciprés de 5, 10 y 15 años con 120 minutos de hidrodestilación

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-008.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croms 5a-120
Misc Info :
Vial Number: 1



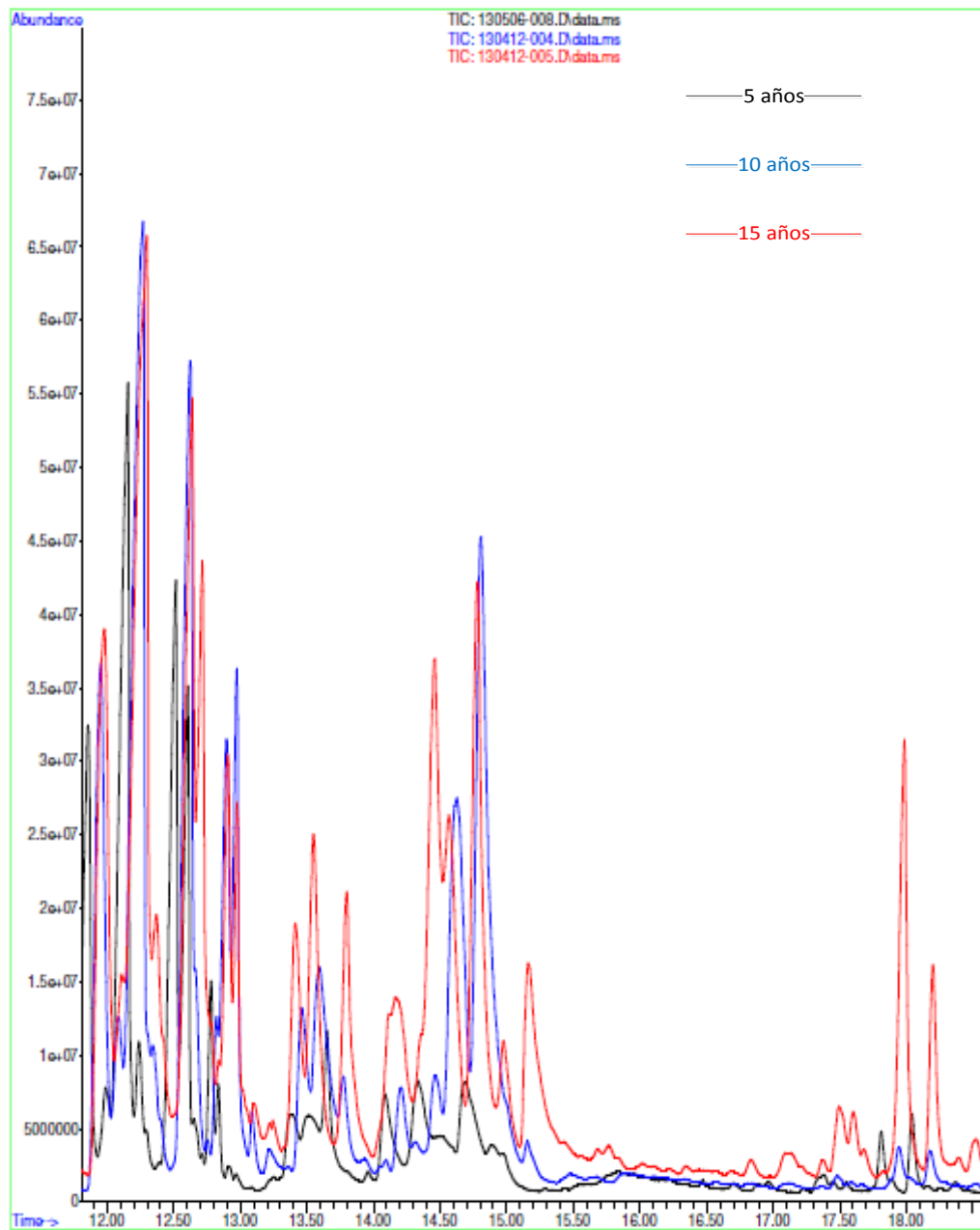
Continuación de la figura 56.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-008.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croms 5a-120
Misc Info :
Vial Number: 1



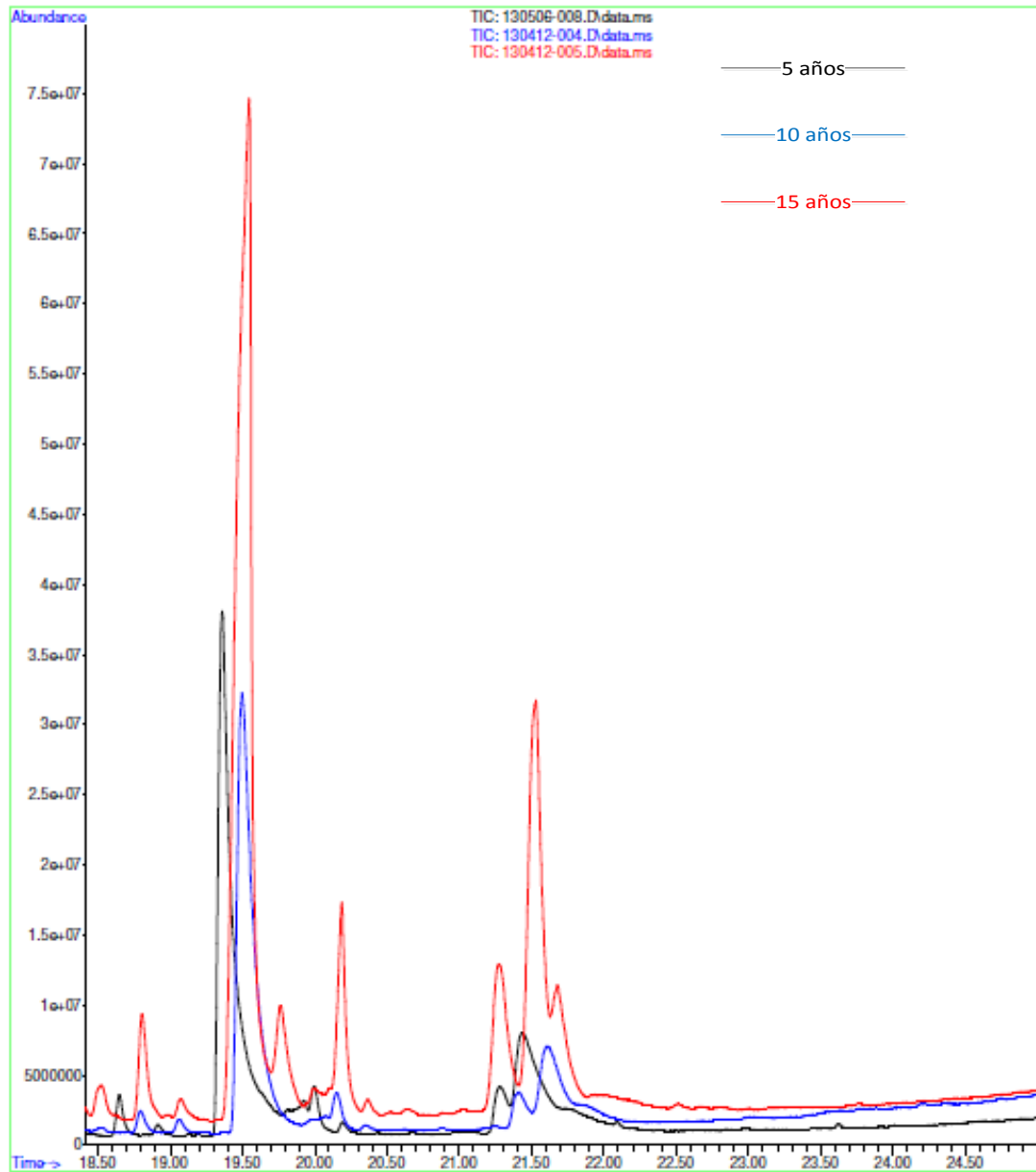
Continuación de la figura 56.

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-008.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: crom a 5a-120
Misc Info :
Vial Number: 1



Continuación de la figura 56.

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130506-008.D
Operator : AdaM
Acquired : 6 May 2013 13:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: croma 5a-120
Misc Info :
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada. Facultad de Ciencias Química y Farmacia. Universidad del Valle de Guatemala.

Figura 57. Informe del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales-LIEXVE-de resultados del estudio de graduación



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 31467
No. Informe LIEXVE-QI 11-2013

Interesado: Rudy Armando Figueroa Rosales, Camé: 2009-15250
Estudiante de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química

Proyecto: Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO POR EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO DE LAS HOJAS DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica Mill.*) EN BASE A LAS EDADES DEL CULTIVAR A ESCALA LABORATORIO"

Fecha: Guatemala, 14 de Junio del 2013

En el siguiente informe se presentan los resultados obtenidos del proceso de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica Mill*) por medio del método de hidroddestilación a escala laboratorio, para lo cual se realizó una comparación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno e Índice Refracción de tres edades en cuatro diversos tiempos de extracción.

Resultados

Tabla No. 1. Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 5 años obtenido a diferentes tiempos de extracción.

Tiempo de Extracción (min)	Rendimiento Extractivo			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.1179	0.0279	0.0802	0.0753	0.0500
60	0.0859	0.1144	0.1159	0.1054	0.0200
90	0.1213	0.1036	0.2022	0.1424	0.0500
120	0.2255	0.2273	0.1965	0.2164	0.0200

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-

Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Tabla No. 2 Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés de 10 años obtenido a diferentes tiempos de extracción

Tiempo de Extracción (min)	Rendimiento Extractivo			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.103	0.082	0.098	0.094	0.010
60	0.127	0.126	0.112	0.122	0.010
90	0.156	0.161	0.168	0.162	0.010
120	0.187	0.172	0.198	0.186	0.010

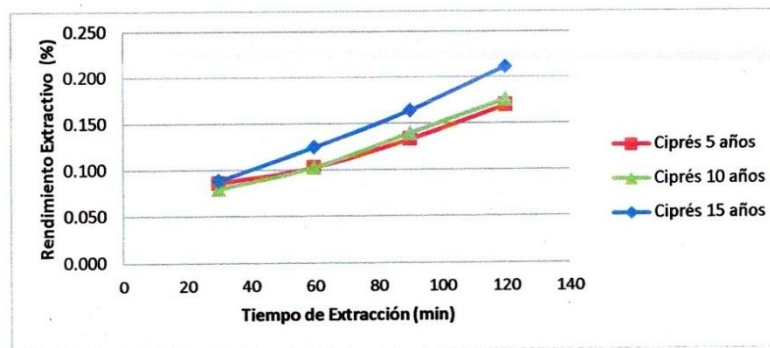
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-

Tabla No. 3 Porcentaje de rendimiento extractivo del aceite esencial de 15 años obtenido a diferentes tiempos de extracción

Tiempo de Extracción (min)	Rendimiento Extractivo			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.090	0.082	0.094	0.089	0.010
60	0.114	0.126	0.135	0.125	0.010
90	0.169	0.151	0.173	0.164	0.010
120	0.210	0.227	0.199	0.212	0.010

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-

Gráfica No. 1. Porcentaje de rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-

Página 2 de 11

Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Tabla No. 4 Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 5 años de edad a diferentes tiempos de extracción

Tiempo de Extracción (min)	Volumen de Extracción (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.06	0.09	0.07	0.07	0.02
60	0.10	0.11	0.11	0.11	0.01
90	0.12	0.10	0.11	0.11	0.01
120	0.17	0.14	0.15	0.15	0.02

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEEXVE-

Tabla No. 5 Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés de 10 años de edad a diferentes tiempos de extracción

Tiempo de Extracción (min)	Volumen de Extractivo (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.09	0.08	0.07	0.08	0.01
60	0.13	0.12	0.10	0.12	0.02
90	0.15	0.14	0.13	0.14	0.01
120	0.20	0.18	0.15	0.18	0.03

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEEXVE-

Tabla No. 6 Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés a 15 años de edad a diferentes tiempos de extracción

Tiempo de Extracción (min)	Volumen de Extracción (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	R1	R2	R3		
30	0.09	0.08	0.09	0.09	0.01
60	0.10	0.11	0.10	0.10	0.01
90	0.17	0.18	0.15	0.17	0.02
120	0.17	0.16	0.17	0.17	0.01

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEEXVE-

Página 3 de 11

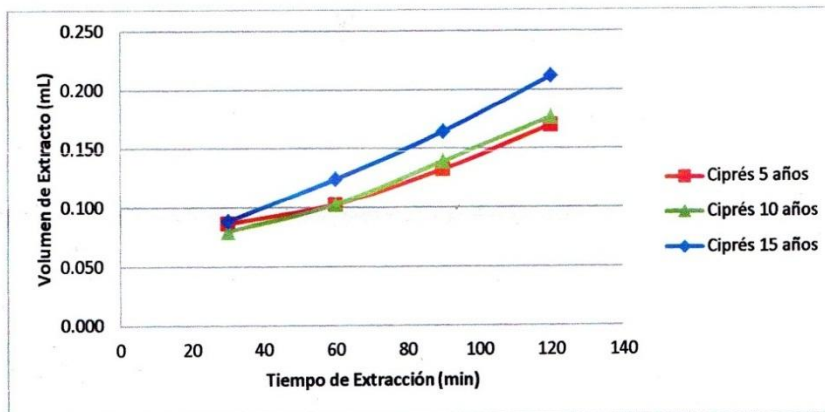
Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Gráfica No. 2 Rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-

Tabla No. 7 Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés a diferentes tiempos de extracción.

Variables		α -pineno Area (%)
5 años	30 min	6.41
	60 min	6.83
	90 min	7.60
	120 min	17.42
10 años	30 min	10.05
	60 min	12.61
	90 min	0.00
	120 min	2.38
15 años	30 min	10.34
	60 min	11.44
	90 min	2.44
	120 min	1.09

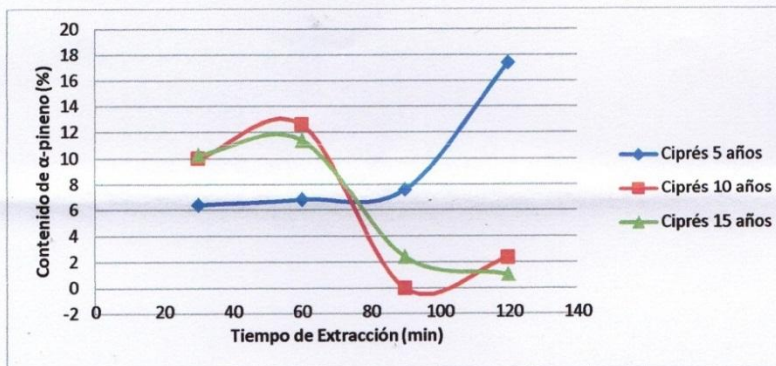
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-

Página 4 de 11

Continuación de la figura 57.



Gráfica No. 3 Contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción para diferentes edades del cultivar



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-

Tabla No. 8 Índice de refracción del aceite esencial de ciprés a diferentes niveles edades del cultivar y tiempos de extracción.

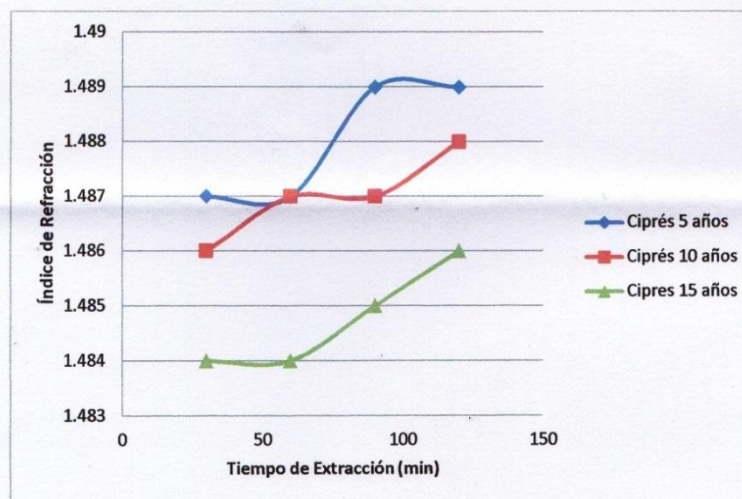
Variables		I.R	I.R Teórico
5 años	30 min	1.487	1.470-1.473
	60 min	1.487	
	90 min	1.487	
	120 min	1.487	
10 años	30 min	1.486	
	60 min	1.486	
	90 min	1.486	
	120 min	1.486	
15 años	30 min	1.484	
	60 min	1.484	
	90 min	1.484	
	120 min	1.484	

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-

Continuación de la figura 57.



Gráfica No. 4 Índice de refracción en función del tiempo de extracción para diferentes niveles altitudinales



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-

Continuación de la figura 57.

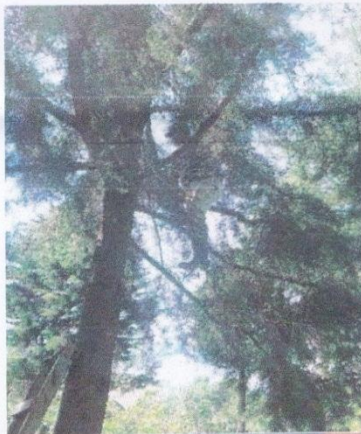


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



ANEXOS

Recolección de materia prima



Fuente: finca Xejolón, municipio de Patzún, Chimaltenango.

Página 7 de 11

Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Hojas de Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)



Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE-

Página 9 de 11

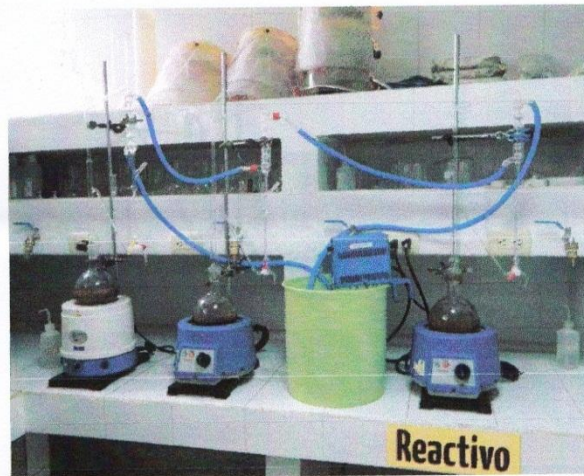
Continuación de la figura 57.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA





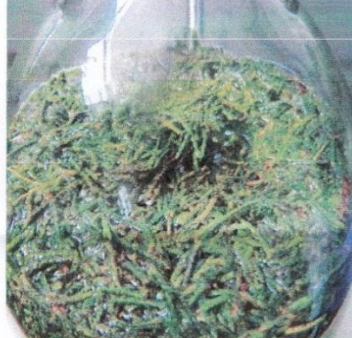
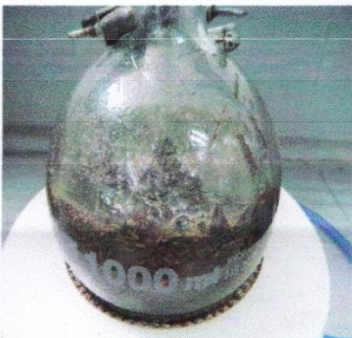
Proceso de extracción por hidrodestilación

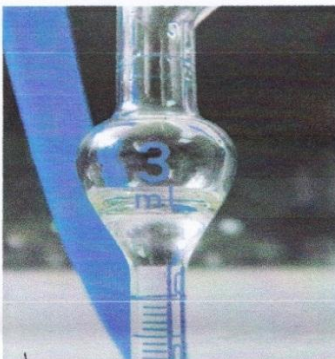


Página 10 de 11

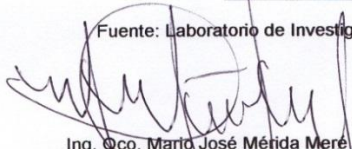

Continuación de la figura 57.

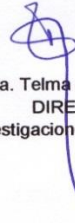

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales – LIEXVE-


Ing. Oco. Mario José Mérida Meré
COORDINADOR
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
-LIEXVE-
Sección Química Industrial 


Vo. Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA
Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC 

Página 11 de 11

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts: 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.-LIEXVE-. Sección de Química Industrial, CII/USAC.