



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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO
ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica*
Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE
HIDRODESTILACIÓN A NIVEL LABORATORIO**

Edwin José Saravia Cano

Asesorado por el Ing. Mario José Mérida Meré

Coasesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO
ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica*
Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE
HIDRODESTILACIÓN A NIVEL LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDWIN JOSÉ SARAVIA CANO

ASESORADO POR EL ING. MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ
COASESORADO POR LA INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JUNIODE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy OlympoPaizRecinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam RuballosSamayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael VélizMuñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy OlympoPaizRecinos
EXAMINADOR	Ing. César Alfonso García Guerra
EXAMINADOR	Ing. Estuardo Edmundo MonroyBenitez
EXAMINADORA	Inga. DinnaLissette Estrada Moreira
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, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL LABORATORIO

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


Edwin José Saravia Cano



Guatemala, 24 de mayo de 2013

Ingeniero
Víctor Monzón
Director
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetado Ing. Víctor Monzón:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación del informe final del trabajo de graduación titulado "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL LABORATORIO" del estudiante de Ingeniería Química Edwin José Saravia Cano quien se identifica con el carné número 2009-15324.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

Atentamente,

Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
Coordinador

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE–
Sección Química Industrial CII/USAC

Asesor

Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
Directora

Centro de Investigaciones de Ingeniería CII/USAC
Asesora





Guatemala, 27 de mayo de 2013
Ref. EIQ.TG-IF.028.2013

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

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-031-2012-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: **Edwin José Saravia Cano.**

Identificado con número de carné: **2009-15324.**

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, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL 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.

"DID Y ENSEÑAR A TODOS"



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

C.c.: archivo





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, **EDWIN JOSÉ SARAVIA CANO** titulado: **"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL 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, junio 2013

Cc: Archivo
VMMV/ale

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 384 .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, CONTENIDO DE α -PINENO Y TIEMPO ÓPTIMO DE EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE CIPRÉS (*Cupressus lusitánica* Mill.) OBTENIDO DE HOJAS, RAMILLAS Y FRUTOS MEDIANTE EL MÉTODO DE HIDRODESTILACIÓN A NIVEL LABORATORIO**, presentado por el estudiante universitario **Edwin José Saravia Cano**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Récinos
Decano

Guatemala, 6 de junio de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser mi mejor ejemplo de vida, iluminarme en mis acciones, mi vida y en todo el camino a lo largo de mi carrera profesional.
Virgen María	Por cuidarme, ser mi ejemplo de sacrificio y servicio en todo momento de mi vida.
Mis padres	Telma Cano Morales y José Mario Saravia Molina por su amor, apoyo incondicional, creer en mí siempre y ser mis ejemplos de vida.
Mi hermana	María Mercedes Saravia Cano por ser un ejemplo para mí, por brindarme todo su amor y cariño siempre.
Mi sobrina	Camila Sofía Díaz por ser mi luz y enseñarme cada día con amor las grandezas que tiene la vida.
Mi abuela	Alejandra Morales por su amor, enseñanzas, consejos y ser una segunda madre para mí.
Mi novia	Michelle Espina por su increíble amor, comprensión, apoyo y creer en mí en todo momento de mi vida y carrera profesional.

- Mis abuelos** Aparicio Cano Serrano (q.e.p.d.), Santana Saravia (q.e.p.d.) y Rosenda Molina (q.e.p.d.) porque desde el cielo me cuidan e iluminan mi vida.
- Mis tíos** Por su cariño, consejos, motivación y ser un ejemplo para mí, en especial a mi tío Marco Antonio Cano Morales (q.e.p.d.).
- Mis primos** Por compartir conmigo todos los momentos de alegrías y tristezas, creer en mí siempre en especial a Emanuel López y José Carlos López.
- Mi mejor amigo** Wagner Monterrosopor brindarme su sincera amistad, solidaridad y apoyo desde el inicio de nuestra carrera.
- Mis amigos** Por su amistad, apoyarme en todo momento y compartir cada éxito conmigo.
- Mi asesor** Ing. Mario Mérida por brindarme su sincera amistad, compartir sus conocimientos y orientarme en este trabajo de investigación.
- Mi revisor** Ing. César García por su dedicación, esfuerzo en la revisión de este trabajo de investigación y por transmitir sus conocimientos a lo largo de mi carrera profesional.
- .

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi alma mater, por permitirme haber logrado mi sueño ser egresado de tan gloriosa universidad.
Mi madre	Telma Cano Morales por todo su amor y por darme todo lo mejor que he podido tener en mi vida, con base en esfuerzo y lucha incansable.
Mi padre	José Mario Saravia por sus consejos, cariños y apoyo en mi vida y carrera profesional.
Mi hermana	María Mercedes Saravia por ser la mejor hermana que pude tener.
Mi sobrina	Camila Sofía Díaz por ser la luz que ilumina mi vida.
Michelle Espina	Por su amor, sus consejos y por ser el soporte fundamental en mi vida y carrera profesional.
Abuela Alejandra Morales	Por sus consejos y apoyo incondicional en mi vida.

Mis amigos

En especial a Wagner Monterroso, Mario Mérida, Rudy Figueroa, Pablo Aldana, Gabriela Morán, Edgar Morales, Bryan Carrera, Junior Espina, Lee Hernández, Ivonne Soto, Lourdes Castillo, Silda Mora y Diego Vallepor su amistad y motivación en todo momento.

Familia Espina Quiñonez

Por apoyarme en todo momento y compartir mis alegrías y tristezas.

Sacerdote

Mario Venturini por su amistad y consejos.

Señor Fernando Maza

Por su apoyo técnico para la adquisición de la materia prima.

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)

Por ser parte fundamental en mi formación como futuro profesional.

Escuela de Ingeniería Química

En especial al Ing. Víctor Monzón e Inga. Marilyn Rojas por su apoyo.

Universidad del Valle de Guatemala

Por permitirme utilizar sus instalaciones, en especial a la Licda. Ana Luisa de Montenegro por su paciencia y dedicación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS/HIPÓTESIS.....	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Aceites esenciales.....	3
2.1.1. Historia de los aceites esenciales.....	3
2.1.2. Definición de los aceites esenciales	5
2.1.3. Composición química de los aceites esenciales.....	5
2.1.4. Categorías en el mercado de los aceites esenciales.....	6
2.1.5. Obtención de los aceites esenciales.....	7
2.1.6. Propiedades de los aceites esenciales.....	8
2.1.6.1. Propiedades fisicoquímicas	8
2.1.6.2. Propiedades farmacológicas.....	9
2.1.6.2.1. Analgésico.....	9
2.1.6.2.2. Antibacterial.....	9
2.1.6.2.3. Antibiótico	9
2.1.6.2.4. Antidepresivo.....	10
2.1.6.2.5. Antifúngico.....	10

	2.1.6.2.6.	Antiinflamatorio	10
	2.1.6.2.7.	Antioxidante	10
	2.1.6.2.8.	Antiespasmódico	10
	2.1.6.2.9.	Astringente	11
	2.1.6.2.10.	Diurético	11
	2.1.6.2.11.	Sedante	11
2.1.7.	Características de la buena calidad de los aceites esenciales		11
	2.1.7.1.	Olor	12
	2.1.7.2.	Empaquetado	12
	2.1.7.3.	Consistencia	12
2.1.8.	Impacto económico de los aceites esenciales		12
2.2.	Extracción de aceites esenciales		15
	2.2.1.	Expresión en frío	16
	2.2.2.	Enfloración	16
	2.2.3.	Hidrodestilación	17
	2.2.3.1.	Procedimiento de extracción	18
	2.2.3.2.	Equipo utilizado en Hidrodestilación	19
	2.2.3.3.	Ventajas y desventajas del método Hidrodestilación	20
2.2.4.	Destilación en arrastre con vapor directo		21
	2.2.4.1.	Equipo utilizado en extracción por arrastre de vapor directo	22
	2.2.4.2.	Impacto ambiental de la extracción por arrastre de vapor directo	23
	2.2.4.2.1.	Emisiones a la atmósfera	23
	2.2.4.2.2.	Efluentes líquidos	23

	2.2.4.2.3.	Emisiones ocasionales.....	24
	2.2.4.3.	Ventajas y desventajas de la extracción con arrastre de vapor directo.....	24
	2.2.5.	Fluidos supercríticos.....	25
	2.2.5.1.	Principio de los fluidos en estado supercrítico	25
	2.2.5.2.	Proceso de extracción con fluidos supercríticos	26
2.3.		Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales	28
	2.3.1.	Densidad de los aceites esenciales.....	28
	2.3.2.	Índice de Refracción de los aceites esenciales	29
	2.3.3.	pH de los aceites esenciales	29
	2.3.4.	Cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas	29
	2.3.5.	Solubilidad de los aceites esenciales	30
2.4.		Aplicaciones de los aceites esenciales.....	30
	2.4.1.	Industria alimentaria	30
	2.4.2.	Industria farmacéutica	31
	2.4.3.	Industria de cosméticos	31
	2.4.4.	Industria de productos de uso veterinario.....	31
	2.4.5.	Otras industrias.....	32
	2.4.6.	Precauciones en la utilización de los aceites esenciales.....	32
2.5.		Especie forestal ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill).....	33
2.6.		<i>Cupressus lusitánica</i> Mill en Guatemala.....	34
	2.6.1.	Aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill)	36

3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	39
3.1.	Localización	39
3.2.	Variables	39
3.2.1.	Variable de respuesta	40
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	40
3.4.	Obtención de las muestras.....	41
3.5.	Recursos humanos	41
3.6.	Recursos materiales.....	42
3.7.	Técnicas cuantitativas de la investigación.....	43
3.7.1.	Análisis estadístico de los datos.....	46
3.8.	Recolección y ordenamiento de la información	49
3.9.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	70
3.10.	Análisis estadístico.....	91
4.	RESULTADOS.....	97
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	105
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	APÉNDICES.....	117
	ANEXOS.....	135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Exportaciones de aceites esenciales y resinoides de Guatemala	14
2.	Importaciones de aceites esenciales y resinoides de Guatemala	15
3.	Esquema del equipo Neo-Clevenger.....	20
4.	Planta piloto extracción-destilación	22
5.	Zona de localización de un fluido supercrítico (CO ₂).....	25
6.	Granulometría de las hojas de ciprés	73
7.	Granulometría de las ramillas de ciprés	74
8.	Granulometría de los frutos de ciprés	75
9.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción	78
10.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción	81
11.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción	99
12.	Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción	101

TABLAS

I.	Exportaciones a nivel mundial de aceites esenciales y resinoides.....	13
II.	Importaciones a nivel mundial de aceites esenciales y resinoides.....	13
III.	Exportaciones e importaciones de Guatemala de aceites esenciales y resinoides	14
IV.	Experimento de dos factores.....	47
V.	Varianza en un experimento de dos factores	48
VI.	Porcentaje de humedad de las hojas de ciprés.....	49
VII.	Porcentaje de humedad de las ramillas de ciprés	50
VIII.	Porcentaje de humedad de los frutos de ciprés	50
IX.	Granulometría de las hojas de ciprés	51
X.	Granulometría de las ramillas de ciprés	51
XI.	Granulometría de los frutos de ciprés.....	52
XII.	Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas por el método de Hidrodestilación	52
XIII.	Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas por el método de Hidrodestilación.....	53
XIV.	Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos por el método de Hidrodestilación	53
XV.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS	54
XVI.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS	55
XVII.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS	57

XVIII.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	58
XIX.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS.....	59
XX.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS.....	60
XXI.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS.....	61
XXII.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	63
XXIII.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS.....	64
XXIV.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS.....	65
XXV.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS.....	66
XXVI.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	68
XXVII.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas, ramillas y frutos.....	69
XXVIII.	Porcentaje de humedad de las hojas de ciprés	70
XXIX.	Porcentaje de humedad de las ramillas de ciprés	71
XXX.	Porcentaje de humedad de los frutos de ciprés.....	71
XXXI.	Granulometría de las hojas de ciprés	72
XXXII.	Granulometría de las ramillas de ciprés.....	73
XXXIII.	Granulometría de los frutos de ciprés.....	74
XXXIV.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas.....	75

XXXV.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas	76
XXXVI.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos.....	76
XXXVII.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas.....	77
XXXVIII.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas.....	77
XXXIX.	Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos	78
XL.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos	79
XLI.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de las hojas a diferentes tiempos de extracción	79
XLII.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de las ramillas a diferentes tiempos de extracción	80
XLIII.	Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de los frutos a diferentes tiempos de extracción	80
XLIV.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del Índice de Refracción en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos.....	81
XLV.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS	82

XLVI.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS.....	82
XLVII.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS.....	83
XLVIII.	Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	84
XLIX.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS.....	85
L.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS.....	85
LI.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS.....	86
LII.	Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	87
LIII.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS.....	88
LIV.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS.....	88
LV.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS.....	89
LVI.	Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS.....	90
LVII.	Experimento de 2 factores para el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés.....	91
LVIII.	Análisis de Varianza de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés	92
LIX.	Experimento de 2 factores con una sola muestra por grupo para el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés.....	92

LX.	Análisis de Varianza de 2 factores con una sola muestra por grupo para el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés.....	93
LXI.	Experimento de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés.....	93
LXII.	Análisis de Varianza de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés.....	94
LXIII.	Experimento de 2 factores con una sola muestra por grupo para el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés.....	94
LXIV.	Análisis de Varianza de 2 factores con una sola muestra por grupo para el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés.....	95
LXV.	Experimento de 1 factor para el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés.....	95
LXVI.	Análisis de Varianza de 1 factor para el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés.....	96
LXVII.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas a diferentes tiempos de extracción.....	97
LXVIII.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de ramillas a diferentes tiempos de extracción.....	98
LXIX.	Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de frutos a diferentes tiempos de extracción.....	98

LXX.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos	99
LXXI.	Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de hojas a diferentes tiempos de extracción	100
LXXII.	Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de ramillas a diferentes tiempos de extracción	100
LXXIII.	Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de frutos a diferentes tiempos de extracción	101
LXXIV.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos.....	102
LXXV.	Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de las hojas a diferentes tiempos de extracción	102
LXXVI.	Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de las ramillas a diferentes tiempos de extracción	103
LXXVII.	Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) obtenido de los frutos a diferentes tiempos de extracción	103
LXXVIII.	Tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (<i>Cupressus lusitánica</i> Mill) para hojas, ramillas y frutos	104

LXXIX.	Análisis de los coeficientes del modelo matemático obtenido del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos	104
--------	--	-----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R^2	Coefficiente de correlación
σ	Desviación estándar
$^{\circ}\text{C}$	Grado centígrado
g	Gramos
Hz	Hercio
I.R.	Índice de refracción
\bar{X}	Media aritmética
msnm	Metros sobre el nivel del mar
μL	Microlitros
mL	Mililitros
min	Minutos
%	Porcentaje
R.E.	Rendimiento extractivo
R.Vol	Rendimiento volumétrico
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	Temperatura
t	Tiempo
W	Vatio
V	Voltio

GLOSARIO

Aceite esencial	Mezclas de productos químicos (mayormente constituida por terpenos o derivados) con composición compleja y carácter intensamente aromático que son biosintetizados por las plantas.
Alfa-pineno	Compuesto orgánico de fórmula $C_{10}H_{16}$ que pertenece a la clase de los terpenos. Presente principalmente en los árboles de tipo conífero.
Cromatograma	Resultado gráfico de la cromatografía que consiste en un conjunto de picos y línea base registrados en función del tiempo, los cuales dan información cualitativa y cuantitativa de la mezcla analizada.
Destilación	Separación mediante vaporización y condensación en los diferentes componentes líquidos, disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla en función de sus presiones de vapor.
Diterpeno	Terpenos de veinte átomos de carbono (dos unidades de isopreno).
Granulometría	Distribución de los tamaños de las partículas de una muestra determinado por un análisis de tamices.

GC-MS	Cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas, técnica que permite la separación, identificación y cuantificación de mezclas complejas
Hidrodestilación	Método de extracción de aceite esencial que consiste en la destilación del material vegetal con vapor de agua, el vapor de agua arrastra el aceite esencial presente en el material vegetal.
Índice de refracción	Cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio, este determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio.
Isopreno	Molécula de naturaleza hidrocarbonada que responde a la fórmula 2-metil-1,3-butadieno. Es precursor de los lípidos simples denominados isoprenoides
Monoterpeno	Terpenos de diez átomos de carbono (dos unidades de isopreno).
Peso tara	Peso del recipiente donde se coloca la muestra obtenida.
Peso bruto	Peso total que corresponde al peso del recipiente y al peso de la muestra obtenida.

Sesquiterpeno	Terpenos de quince átomos de carbono (tres unidades de isopreno).
Tamiz	Equipo que consta de una malla de filamentos que se entrecruzan dejando unos espacios cuadrados, utilizado para realizar una granulometría.
Terpeno	Hidrocarburos complejos de forma general C_nH_{2n-4} , de la serie del isopreno, presentes en los aceites esenciales obtenidos de las plantas.

RESUMEN

En el presente estudio de investigación a nivel de trabajo de graduación, se realizó la evaluación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno, tiempo óptimo de extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos mediante el método tradicional de Hidrodestilación.

Se utilizó materia prima de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) proveniente del municipio de Patzún del departamento de Chimaltenango, Guatemala. Las hojas, ramillas y frutos se trabajarán en fresco; se realizó la granulometría del material vegetal en un juego de tamices de no. 8 al no. 30.

El aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) de hojas, ramillas y frutos, se obtuvo por el método de Hidrodestilación con un tiempo de extracción de 30, 60, 90 y 120 minutos. En la caracterización fisicoquímica del aceite esencial se realizó la Cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS) y medición de Índice de Refracción.

Se determinó que para el aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) el mayor rendimiento extractivo fue de $0,32 \pm 0,03$ por ciento obtenido de frutos, correspondiente al tiempo de extracción mayor. El mayor contenido de α -pineno fue de 32,34 por ciento obtenido de frutos, correspondiente al tiempo de extracción intermedio. El valor experimental de Índice de Refracción más cercano al valor referido en la literatura, corresponde de frutos para el menor tiempo de extracción y el tiempo óptimo de extracción proyectado de aceite esencial para los frutos es de 108,30 minutos.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos, mediante el método de Hidrodestilación a nivel laboratorio.

Específicos

1. Evaluar el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con base en los 3 segmentos del árbol (hojas, ramillas y frutos) y en función al tiempo de extracción (30, 60, 90 y 120 minutos) a nivel laboratorio.
2. Evaluar el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con base en los 3 segmentos del árbol (hojas, ramillas y frutos) y en función al tiempo de extracción (30, 60, 90 y 120 minutos) a nivel laboratorio.
3. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con base en los 3 segmentos del árbol (hojas, ramillas y frutos) y en función al tiempo de extracción (30, 60, 90 y 120 minutos) a nivel laboratorio.

4. Determinar el tiempo óptimo de extracción de aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) mediante un modelo matemático del rendimiento extractivo volumétrico de aceite esencial en función del tiempo de extracción en el método extractivo de Hidrodestilación a nivel laboratorio.

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

Es factible evaluar el rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos, mediante el método de Hidrodestilación a nivel laboratorio

Hipótesis estadística

- Hipótesis nula
 - Ho1: no existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.

- Ho2: no existe diferencia significativa en el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Ho3: no existe diferencia significativa en el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Ho4: no existe diferencia significativa en el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Ho5: no existe diferencia significativa en el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación en función al segmento del árbol.
- Hipótesis alternativa
 - Hi1: existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.

- Hi2: existe diferencia significativa en el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Hi3: existe diferencia significativa en el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Hi4: existe diferencia significativa en el índice de refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
- Hi5: existe diferencia significativa en el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación en función al segmento del árbol.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son mezclas de productos químicos que son biosintetizados por las plantas y forman las esencias odoríferas de un gran número de estas, presentan como características principales su compleja composición química (mayormente constituida por terpenos o derivados) y su carácter intensamente aromático.

Los aceites esenciales han sido ampliamente utilizados por las diferentes sociedades a lo largo de la historia, esto se debe a que posee propiedades farmacológicas y medicinales; por ello es que son utilizados en diversas industrias como cosmética, fito-farmacéutica, alimentaria, entre otras.

El mercado de los aceites esenciales ha ido en aumento en los últimos años, obteniendo un crecimiento de exportaciones en el período de al 2011 del 110por ciento según la base de datos del comercio de los productos básicos de las Naciones Unidas (UNCOMTRADE), en donde los principales exportadores e importadores se encuentra; Francia, Estados Unidos y el Reino Unido.

Guatemala, desde 1950 ha sido tradicional productor y exportador de aceites esenciales de varias especies vegetales; como cardamomo, té de limón, citronela. El método usado desde entonces hasta la fecha en la industria nacional de aceites esenciales, es el método de arrastre con vapor directo y a nivel laboratorio el método de Hidrodestilación.

En la extracción de aceite esencial mediante el método de Hidrodestilación, se extrae el soluto por medio del arrastre de un fluido a causa de la temperatura y presión que este posee, en esta extracción no se forma un equilibrio ternario, dado que esta se da por extracción físico-mecánica.

Guatemala es un país que posee una diversidad de recursos naturales, que poseen un potencial económico significativo. Sin embargo, no todas las especies vegetales han sido estudiadas y explotadas. Entre estas especies se encuentra el ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill), la cual es una especie nativa guatemalteca que posee un potencial forestal para los extractos vegetales significativo.

Es por ello que en la presente investigación se realizará la evaluación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno, tiempo óptimo de extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos mediante el método tradicional de Hidrodestilación.

1. ANTECEDENTES

Dentro de la Ingeniería Química y otras ramas afines a esta, se han realizado estudios de obtención y caracterización del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) utilizando el método de Hidrodestilación,

En 1989, Carmo Maria Margarida y Frazao Silvia realizaron en Portugal el estudio titulado: El aceite esencial del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill). En este estudio se obtuvo el aceite esencial por el método de Hidrodestilación de las hojas, ramillas y ramas. Los aceites esenciales obtenidos fueron analizados por Cromatografía Gaseosa Capilar. Para el aceite esencial obtenido de las hojas se obtuvo α -pineno (18%), β -pineno y sabineno combinado (13,2%) y δ -careno y mirceno combinado (8,2%) con otros 17 componentes en menor cantidad. En adición se determinó que los aceites esenciales contenían aproximadamente un 65 por ciento de hidrocarburos monoterpenados.

En 1997, Adams R.P et Al. realizó en Estados Unidos el estudio titulado: Comparación del aceite esencial de hojas y las huellas genéticas de ADN entre *Cupressus lusitánica* Mill, *Cupressus arizonica* Greene, *Cupressus benthamii* Endly *Cupressus lindleyi* Klotz. En este estudio se extrajo el aceite esencial de hojas por el método de Hidrodestilación y se analizó por Cromatografía Gaseosa acoplada a Espectrometría de masas (GC-MS). Se determinó que el aceite esencial del *Cupressus lusitánica* Mill contiene abietadieno (11-24%), α -pineno (6-16%), sabineno (6,7-10,3%) y transtoratol (5,1-6,5%). La composición química del *Cupressus lusitánica* Mill fue similar al *Cupressus arizonica* y con el *Cupressus benthamii* *Cupressus lindleyi* en el contenido de terpenoides.

En 2006, Kuate J. R. realizó en Camerún el estudio titulado: Composición química y propiedades antidermatofíticas del aceite esencial de las hojas, flores y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill). En este estudio se extrajo el aceite esencial por el método de Hidrodestilación y la composición química de estos aceites esenciales fueron analizadas por Cromatografía Gaseosa Acoplada a Espectrometría de masas GC-MC. Los principales componentes variaron con respecto a la parte utilizada, estos fueron (64,5%) α -pineno para frutos; α -pineno (15,4%), linalol (7,2%) and β -caryophyleno (9,6%) para flores; umbellulone (18,3%), α -pineno (7,4%) and germacreno D (8,2%) para hojas. Se determinó que las concentraciones mínimas inhibitorias son de 275 miligramos por mililitro frente a *Micro sporum audouinii*, *langeronii* *Microsporum* y *Trichophyton rubrum* para el aceite esencial de las hojas, mientras que no se observó inhibición total para aceite esencial de los frutos.

En 2010, Sara L. Hassanzadeh realizó en Monteverde, Costa Rica el estudio: Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill). En este estudio se obtuvo el aceite esencial de las hojas por el método de Hidrodestilación, se analizaron por Cromatografía Gaseosa con Acoplamiento a Espectrometría de Masas. En el aceite esencial de la hoja se identificó 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%). Se analizó la actividad antimicrobiana del aceite esencial y se determinó que tiene actividad antibacteriana contra *Bacillus cereus* y actividad anti fúngica contra *Aspergillus niger*.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites esenciales

Mezclas de productos químicos (mayormente constituida por terpenos o derivados) con composición compleja y carácter intensamente aromático, que son biosintetizados por las plantas. Estas mezclas han sido utilizadas a través de los años en diversas industrias.

2.1.1. Historia de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son compuestos líquidos, aromáticos y volátiles que han sido utilizados aproximadamente 3500 años antes de Cristo. De acuerdo con los jeroglíficos egipcios antiguos y manuscritos chinos, los sacerdotes y los alquimistas utilizaban los aceites esenciales desde hace miles de años para curar enfermedades. Ellos son la forma más antigua de la medicina y la cosmética conocida por el hombre.

En el antiguo Egipto, los faraones intercambiaban rutinariamente aceites esenciales con los reyes de la India por los esclavos, oro y otros bienes preciosos. Los egipcios crearon las fragancias para uso personal, ceremonias y rituales en los templos o pirámides. Conforme a los primeros registros históricos, se utilizaban sustancias con propiedades balsámicas aromáticas para la medicina.

En 1817, el pergamino 870-foot Ebers, fue descubierto; este se remonta hacia 1500 años antes de Cristo en donde se mencionan más de 800

prescripciones a base de hierbas y remedios. Otros pergaminos indican que los egipcios tenían una alta tasa de éxito en el tratamiento de hasta 81 enfermedades diferentes.

Los romanos, árabes y griegos utilizaban los aceites esenciales para la fumigación de los campos, para difusión en los templos y edificios políticos; esto se debe al aroma que los aceites esenciales emiten. También eran utilizadas para baños y masajes; por lo que Hipócrates afirmaba que con ello aseguraban la longevidad.

A lo largo del Antiguo Testamento y hasta la época de Cristo, hay numerosas referencias al valor de los aceites. Tal vez durante la Edad Media y la quema de las bibliotecas de Alejandría y otros lugares, mucho de este conocimiento se perdió, y sólo a través de la industria cosmética y el perfume esta ciencia valiosa comienza a resurgir.

Los árabes, en el siglo XI, perfeccionaron el arte de la destilación para aislar los principios activos de los aceites de las plantas, método que se atribuye a Avicena (médico, astrónomo, matemático y filósofo árabe), quien introdujo el sistema de refrigeración en el proceso de destilación. Esto hizo que el proceso de extracción de aceites esenciales tuviera menos desperdicios y mayor pureza.

En julio de 1910, el Dr. Rene Maurice Gattefosse (químico francés) considerado como el Padre de la Aromaterapia Moderna redescubrió el valor terapéutico de los aceites esenciales en la perfumería de su familia, al sufrir una quemadura que sanó con aceite esencial de lavanda; a partir de esa experiencia se dedicó a la investigación de los beneficios terapéuticos de los aceites esenciales.

Los tiempos modernos revelan un creciente número de estudios científicos que demuestran los beneficios de los aceites esenciales que ya habían sido descubiertos en civilizaciones antiguas, es por ello que son ampliamente utilizados en la industria cosmética, industria farmacéutica e industria alimentaria.

2.1.2. Definición de los aceites esenciales

Son mezclas productos químicos que son biosintetizados por las plantas y forman las esencias odoríferas de un gran número, estas presentan como características principales su compleja composición química (mayormente constituida por terpenos o derivados) y su carácter intensamente aromático.

En adición, los aceites esenciales son líquidos volátiles incoloros, no grasos y usualmente menos densos que el agua; en su mayoría son solubles en grasas, ceras y aceites vegetales e insolubles en agua, se oxidan por exposición al aire. Pueden agruparse en 5 clases, dependiendo de su estructura química: alcoholes, ésteres, aldehídos, cetonas y lactonas y óxidos.

Los aceites esenciales suelen caracterizar ciertas familias botánicas, como por ejemplo: Apiaceae, Cupressaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Lauraceae, Pinaceae y otras.

2.1.3. Composición química de los aceites esenciales

Entre los componentes de los aceites esenciales se encuentra una familia de hidrocarburos, en donde los terpenos son usualmente mayoritarios; ya que en ciertos aceites esenciales llegan a tener una concentración mayor al 70 por ciento del peso total del mismo. Estos componentes son la base del aceite

esencial y le proporciona a este sus propiedades físicas (densidad, viscosidad) y su carácter volátil. En adición, a causa que los terpenos son inodoros; estos no aportan significativamente al carácter aromático del aceite esencial.

Por lo tanto, los compuestos orgánicos con grupos funcionales del tipo éster, aldehído, cetona, éter, alcohol; que se encuentran presentes en el aceite esencial en menor proporción son los responsables del carácter aromático del mismo. Teniendo en consideración que cada una de estas sustancias tiene su aroma característico, pero la mezcla de estas, es la que da el aroma y las propiedades más significativas de los aceites esenciales.

2.1.4. Categorías en el mercado de los aceites esenciales

El uso del nombre aceite esencial habitualmente, es utilizado para diferentes productos, por lo que es necesario realizar una clasificación acerca de los diferentes productos utilizados en el mercado.

- Aceite esencial: también llamado comercialmente, como aceite esencial natural o aceite esencial 100 por ciento puro. Es una sustancia obtenida de plantas aromáticas por diferentes métodos de extracción, tiene efectos benéficos.
- Aceite esencial modificado: aceite que ha sido mezclado con algún componente para potencializar su aroma, reducir el costo de producción o para el uso en una aplicación en donde se necesite algún producto menos concentrado.

- Esencias: generalmente son productos a los que es difícil comprobar su composición, se fabrican a partir de un producto base y a este se añade un producto sintético o posiblemente un aceite esencial, en adición a diversos aditivos para lograr tener las características organolépticas de los aceites esenciales. Sin embargo, este tipo de productos no tiene ni el 1 por ciento de las propiedades benéficas de los aceites esenciales.

2.1.5. Obtención de los aceites esenciales

Los aceites esenciales proceden de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. Las plantas elaboran los aceites esenciales con el fin de protegerse de las enfermedades y repeler a los insectos nocivos, también para atraer insectos benéficos que contribuyen en la polinización.

Dentro de los tejidos vegetativos, se encuentran en células esféricas o diferentes cavidades o canales en el parénquima, y cuando dan el olor a las flores, se encuentran en las glándulas odoríferas, desde donde son liberados.

Están presentes en distintas partes de la planta:

- Flores (lavanda, jazmín)
- Hojas (albahaca, ciprés, eucalipto)
- Frutos (anís, ciprés)
- Madera (cedro, cidro)
- Raíz (gengibre)
- Resina exudada (benjuí, mirra)
- Cáscara de los frutos (limón, naranja)

2.1.6. Propiedades de los aceites esenciales

Los aceites esenciales poseen propiedades fisicoquímicas particulares y propiedades farmacológicas amplias, es por ello que son utilizados dentro de la industria de la cosmética, farmacognosia, farmacobotánica, entre otras.

2.1.6.1. Propiedades fisicoquímicas

Las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales o esencias, son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas. Los aceites esenciales son líquidos a temperatura ambiente, muy raramente tienen color y su densidad es inferior a la del agua (con excepciones como el clavo). Tienen un índice de refracción elevado, son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, ya que son liposolubles; en adición son poco solubles al agua, pero le pueden transmitir el aroma. Los aceites esenciales son arrastrados por el vapor de agua, solubles en aceites fijos o grasas.

El rendimiento del aceite esencial obtenido de una planta, se encuentra dentro del intervalo de 1 al 3 por ciento, teniendo ciertas excepciones como lo es el clavo de olor (*Eugenia caryophyllata* Tumb) que tiene un porcentaje mayor al 15 por ciento (Cobos, Humberto, 2002).

La composición del aceite esencial puede cambiar con la época de la recolección, edad de la planta, altitud y condiciones climatológicas del lugar geográfico en pequeños cambios genéticos.

2.1.6.2. Propiedades farmacológicas

Los aceites esenciales que tienen propiedades farmacológicas, estas propiedades son diferentes para cada aceite esencial. Entre las propiedades farmacológicas de los aceites esenciales se encuentran:

2.1.6.2.1. Analgésico

Un analgésico (calmante del dolor), se utiliza para aliviar el dolor. Entre los aceites esenciales con estas propiedades se pueden mencionar el de clavo, eucalipto, geranio, lavanda y orégano.

2.1.6.2.2. Antibacterial

Un antibacterial es un antiséptico que actúa en contra de las bacterias. Entre los aceites esenciales con esta propiedad, se encuentran el de ciprés, albahaca, casia, canela, clavo, eucalipto, geranio, lavanda, limón.

2.1.6.2.3. Antibiótico

Un antibiótico es un agente que inhibe o suprime el crecimiento de microorganismos, tales como las bacterias, los hongos o los protozoos. Entre los aceites esenciales con estas propiedades se encuentran el de ciprés, albahaca, casia, canela, clavo, eucalipto, geranio, lavanda.

2.1.6.2.4. Antidepresivo

Un antidepresivo se usa para mejorar la depresión, entre los aceites esenciales con esta propiedad se encuentra el de geranio, albahaca, incienso y toronja.

2.1.6.2.5. Antifúngico

Un antifúngico trata las infecciones con hongos, entre los aceites esenciales con este tipo de propiedad se encuentran el clavo, casia, incienso, geranio, mirra, menta y tomillo.

2.1.6.2.6. Antiinflamatorio

Las propiedades de los antiinflamatorios despiertan una parte de los analgésicos, dando remedio al dolor al reducir la inflamación. Entre los aceites esenciales con este tipo de propiedad se encuentran el de basil, albahaca y clavo.

2.1.6.2.7. Antioxidante

Un antioxidante es una molécula capaz de reducir o prevenir la oxidación de otras moléculas. Entre los aceites esenciales con este tipo de propiedades se encuentran el de clavo, mejorana, romero y tomillo.

2.1.6.2.8. Antiespasmódico

Un antiespasmódico suprime las contracciones suaves de los músculos, especialmente en los órganos tubulares. Dentro de los aceites esenciales con

este tipo de propiedad, se encuentran el de ciprés, canela, eucalipto, incienso, geranio, lavanda, limón, mejorana, mirra, menta, romero.

2.1.6.2.9. Astringente

Un astringente tiende a disminuir o constreñir tejidos del cuerpo que están usualmente de manera local después de la aplicación tópica. Los aceites esenciales con este tipo de propiedad son el de ciprés, incienso, geranio, limón, hierba de limón, mirra, menta, romero, tomillo y canela.

2.1.6.2.10. Diurético

Los aceites con estas propiedades son el de ciprés, eucalipto, incienso, geranio, toronja, lavanda, limón y romero.

2.1.6.2.11. Sedante

Un sedante produce calma, relajación y la reducción de la ansiedad. Los aceites esenciales con este tipo de propiedades son el de ciprés, eucalipto e incienso.

2.1.7. Características de la buena calidad de los aceites esenciales

El mercado internacional de los aceites esenciales requiere que estos tengan características que los cataloguen de una buena calidad, entre estas se analiza el olor, empaque y consistencia; determinando así su precio y valor en el mercado.

2.1.7.1. Olor

El aceite debe tener un olor igual que la planta que lo produce, si no huele igual no proviene de esa planta, lo que significa que es adulterado, proviene de una destilación secundaria o de una mezcla de químicos.

2.1.7.2. Empaquetado

Los aceites necesitan estar protegidos de la luz por lo que la botella debe ser color ámbar y de vidrio.

2.1.7.3. Consistencia

Los aceites esenciales son claros y no se sienten pesados; en adición, estos se evaporan fácilmente.

2.1.8. Impacto económico de los aceites esenciales

Los aceites esenciales representan una importancia significativa para muchos países, incluso en zonas del planeta pobres se intenta introducir el cultivo de plantas aromáticas y la obtención de aceites esenciales como una forma de aumentar las perspectivas de la población y la riqueza general del país. El paso de vender plantas aromáticas secas a vender el aceite esencial obtenido de esas plantas, puede suponer alrededor de 4 veces más de ingresos económicos.

La producción mundial de aceites esenciales es de miles de toneladas anuales. Esto es un mercado de indudable importancia económica, si bien puede pasar inadvertido para el público general. Los niveles de producción no

son comparables para todos los aceites esenciales ya que la producción de cada uno de ellos varía dependiendo de la planta de donde son extraídos.

Tabla I. Exportaciones a nivel mundial de aceites esenciales y resinoides

Origen	Valor de las Exportaciones	Porcentaje
Francia	\$16 397 784 264,00	21,28%
EEUU	\$9 596 696 412,00	12,45%
Irlanda	\$7 656 728 945,00	9,93%
Reino Unido	\$5 662 392 281,00	7,35%
Singapur	\$4 313 232 513,00	5,60%
Otros	\$33 447 353 806,00	43,40%
TOTAL	\$77 074 188 221,00	

Fuente: elaboración propia, con datos de la UnitedNationsStatisticsDivision (UNCOMTRADE).

Tabla II. Importaciones a nivel mundial de aceites esenciales y resinoides

Origen	Valor de las Importaciones	Porcentaje
EEUU	\$9 139 908 054,00	13,65%
Reino Unido	\$5 668 375 091,00	8,46%
Francia	\$5 545 330 498,00	8,28%
Rusia	\$3 404 765 461,00	5,08%
Italia	\$3 174 893 218,00	4,74%
Otros	\$40 032 731 630,00	59,78%
TOTAL	\$66 966 003 952,00	

Fuente: elaboración propia, con datos de la UnitedNationsStatisticsDivision (UNCOMTRADE).

Guatemala tiene participación a nivel mundial en las exportaciones e importaciones de aceites esenciales y resinoides. Esto significa que estos

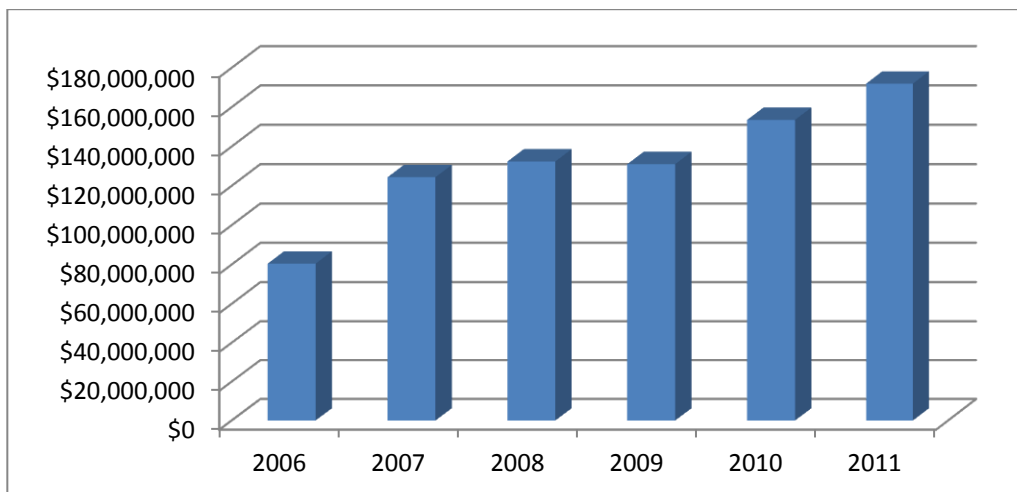
productos tienen un beneficio significativo en la economía guatemalteca y que la utilización de estos productos se ha ido incrementado a nivel nacional.

Tabla III. **Exportaciones e importaciones de Guatemala de aceites esenciales y resinoides**

Periodo	Exportaciones	Importaciones
2006	\$80 420 686	\$191 952 032
2007	\$124 367 329	\$224 445 955
2008	\$132 358 556	\$247 867 831
2009	\$131 011 469	\$260 054 644
2010	\$153 520 747	\$293 200 838
2011	\$171 928 950	\$335 222 594

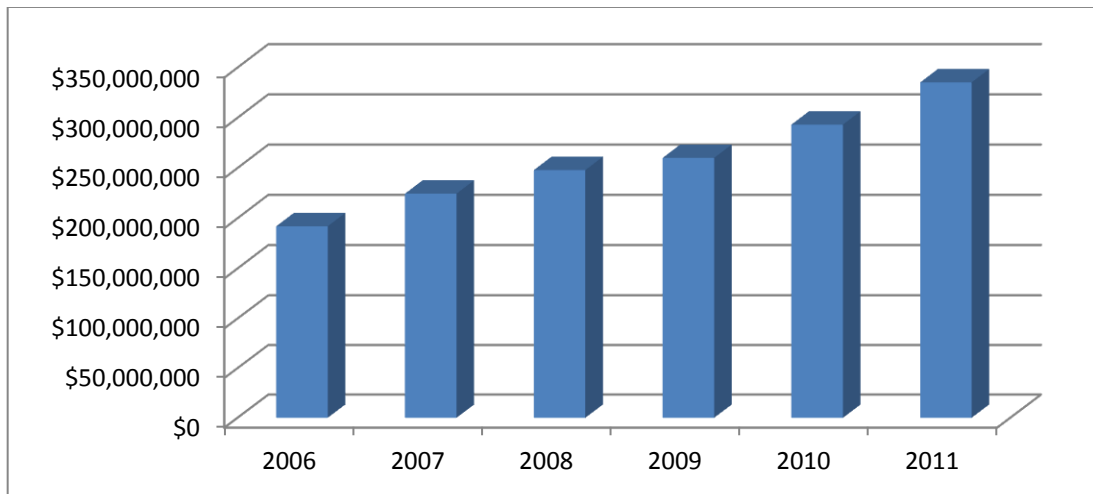
Fuente: elaboración propia, con datos de la United Nations Statistics Division (UNCOMTRADE).

Figura 1. **Exportaciones de aceites esenciales y resinoides de Guatemala**



Fuente: elaboración propia, con base en el marco teórico, tabla III.

Figura 2. Importaciones de aceites esenciales y resinoides de Guatemala



Fuente: elaboración propia, con base en el marco teórico, tabla III.

2.2. Extracción de aceites esenciales

Los aceites esenciales pueden ser extraídos por distintos métodos, entre los que se encuentra: expresión en frío, enfloración, Hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor directo, extracción con fluidos en condiciones supercríticas.

Debido a que los aceites esenciales son mezclas formadas por una diversidad de sustancias, el método de extracción influye significativamente en la composición del producto obtenido, esto ocasiona que el perfil aromático del aceite esencial varíe en función del método de extracción utilizado.

2.2.1. Expresión en frío

Algunas esencias como las de los frutos cítricos no pueden destilarse, porque sus componentes químicos se descomponen, por lo que los aceites esenciales se extraen en frío por expresión del pericarpio; para ello, industrialmente se procede a la escarificación mecánica, haciendo pequeñas incisiones en el material vegetal, haciendo rodar los frutos sobre bandejas revestidas de púas que penetran en la epidermis y rompen las glándulas oleíferas. Posteriormente se utiliza una prensa hidráulica para exprimir el material, para luego filtrar y centrifugar el aceite esencial.

Comercialmente este método es muy costoso y de bajo rendimiento, en ciertas ocasiones se combina con otros métodos para obtener un mayor porcentaje de rendimiento.

2.2.2. Enfloración

En la actualidad esta técnica sólo se aplica en casos muy especiales para órganos frágiles (flores de jazmín, clavel, nardo o jacinto) y consiste en ponerlos en contacto a temperatura ambiente con materia grasa, la que se satura con la esencia. La esencia es retirada posteriormente del material graso por tratamiento con etanol absoluto y evapora el disolvente a presión reducida.

El procedimiento de este método de extracción se lleva en 2 partes. La primera consiste en que el vehículo es una capa fina de grasa depurada, sobre la cual se ponen las flores hasta que el aceite esencial sea absorbido. Al desprenderse el perfume de las flores, se fija en la grasa, debido a su gran afinidad, y después de renovar varias veces las flores, se dejan los pétalos 24 horas sobre la grasa. Pasados 60 días aproximadamente, al final del período de

recolección, la grasa (que no ha sido renovada) llega a estar saturada con el aceite de la flor.

La segunda se da a cabo cuando la extracción alcohólica de la grasa olorosa, llamada pomada, da una solución llamada extracto; eliminando el alcohol por destilación, se produce el absoluto de enfloración.

En este caso, la producción de aceite esencial de flor, es mayor que con otros métodos; no obstante, este método últimamente ha sido reemplazado por extracción con solventes volátiles; porque el método de enfloración es muy delicado y un proceso muy largo que requiere mucha experiencia y tiempo.

2.2.3. Hidrodestilación

Es la destilación del material vegetal con vapor de agua, el vapor de agua arrastra el aceite esencial presente en el material vegetal. 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 y por eso puede ser destilada.

Al pasar por el condensador, los vapores se enfrían, condensan y se transforman en un líquido formado por 2 fases inmiscibles. La primera es la orgánica, en donde se encuentra el aceite esencial. La segunda, es una fase acuosa en donde para ciertos aceites esenciales, se encuentra una cantidad de esencia, esto es 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 por ello se

encuentra sobre la fase acuosa, aunque hay excepciones como lo es el aceite esencial de clavo de olor.

La Hidrodestilación es un procedimiento ampliamente utilizado, debido a que el equipo es sencillo y posee una amplia versatilidad con respecto a los materiales vegetales utilizados en este método.

El principal inconveniente del método de Hidrodestilación es la alta temperatura de operación, esto lo hace inapropiado para aquellos aceites esenciales con componentes termolábiles. Además, una operación incorrecta de este método puede producir un aceite esencial de baja calidad y con un aroma desagradable.

2.2.3.1. Procedimiento de extracción

A la materia vegetal se le realiza un tratamiento previo, en donde se disminuye el tamaño de la misma. Esto es realizado con el objetivo que el aceite esencial que contiene el material vegetal esté más expuesto y así sea más fácilmente su extracción.

La materia prima vegetal se carga en un balón, posteriormente se agrega agua destilada en una relación 1:5; esta relación se encuentra en función de la densidad aparente del material. Sin embargo, la materia vegetal debe estar completamente sumergida en el agua.

El balón de fondo redondo es acoplado al Neo-clevenger y es colocado en una manta de calentamiento. El agua empieza a ebulir y mediante ese proceso arrastra el aceite esencial que se encuentra contenido en el material vegetal. La

mezcla vapor saturado y aceite esencial, fluye hacia un condensador en donde se obtiene una emulsión líquida inestable.

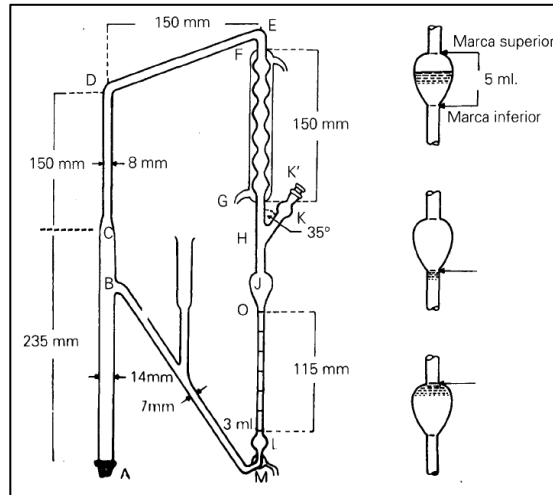
El Neo-clevenger se encuentra lleno de agua fría desde el inicio del proceso y el aceite esencial se va acumulando en la parte superior del agua, esto debido a su inmiscibilidad, a la diferencia de densidad y viscosidad con el agua. El proceso termina cuando el volumen del aceite esencial acumulado en el decantador no varíe con el tiempo.

2.2.3.2. Equipo utilizado en Hidrodestilación

A nivel laboratorio, el equipo comúnmente utilizado es el Neo-Clevenger, esto debe ser considerado en varios estándares internacionales, como el más adecuado para la determinación del contenido total del aceite esencial de una planta aromática.

En la figura 3 se encuentra el esquema del Neo-clevenger. En el punto A es donde es colocado el balón que contiene la materia vegetal y agua. Del punto F al J se encuentra el condensador, del punto J al punto B se encuentra agua que será utilizada para la recepción en la parte superior del aceite esencial por diferencia de densidades y así evitar que el aceite esencial retorne al balón, ya que únicamente retorna el hidrolato por desplazamiento de agua. En el punto K' se encuentra un dispositivo con un diminuto orificio para que el sistema se encuentre a presión atmosférica. Del punto O al I se encuentra una columna en donde puede ser medido el volumen de aceite esencial, en donde se tiene una escala de 0,01 mililitro. La mezcla vapor de agua y aceite esencial sube del punto A al E, posteriormente condensa, queda retenida en el punto J y su volumen es medido del punto O al I. Después del tiempo óptimo de extracción, se retira el aceite esencial a través de la llave en el punto M.

Figura 3. Esquema del equipo Neo-Clevenger



Fuente: DE SILVA, Tuley. *Manual on the essential oil industry*, p.156.

2.2.3.3. Ventajas y desventajas del método Hidrodestilación

El método de Hidrodestilación posee ciertas ventajas y desventajas ante otros métodos de extracción, es por ello que actualmente es el más utilizado dentro de las extracciones realizadas a nivel laboratorio, en los diferentes países.

Entre las ventajas del método de Hidrodestilación se encuentran:

- No se requiere de un calderín generador de vapor.
- El equipo es fácil de instalar.
- El equipo puede ser movilizado.
- El equipo es seguro de operar y representan un consumo energético bajo.

Entre las desventajas del método de Hidrodestilación se encuentran:

- Los aceites producidos son más coloreados.
- Tienden a presentar un cierto olor a quemado.
- Si utiliza un solvente de captura siempre se va a requerir una etapa posterior de refinación.

2.2.4. Destilación en arrastre con vapor directo

Esta extracción se realiza mediante extractores que constan de las siguientes partes: una fuente de calor que genera vapor, un recipiente para alojar la materia vegetal, un colector del aceite esencial separado y un refrigerante para los vapores.

Este método de extracción consiste en poner en contacto el material con vapor seco generado en una caldera para posteriormente condensarlo. Este método tiene la ventaja que el vapor que se pone en contacto con el material vegetal se encuentra a mayor presión, lo que logra favorecer la extracción, rompiendo más fácilmente las micelas donde se encuentra el aceite esencial.

Cuando se realiza este tipo de extracción, se debe tener cuidado que el tamaño de partícula no sea muy pequeño, ya que puede ser arrastrado por el vapor contaminando el producto condensado.

En la extracción, el vapor de agua atraviesa la materia vegetal colocada en el recipiente, extrae y arrastra el aceite esencial que tiene bajo punto de volatilización y lo lleva hasta un condensador, donde al enfriarse se condensa y se separa el agua del aceite por densidad. Si el aceite es menos denso queda

en la superficie, si es más denso que el agua, va al fondo. De esta manera la separación se realiza con facilidad.

2.2.4.1. Equipo utilizado en extracción por arrastre de vapor directo

El equipo para realizar una extracción por arrastre de vapor directo, se encuentra compuesto por una caldera en donde se genera el vapor y una marmita de platos perforados, este pertenece a una planta piloto de extracción-destilación.

Figura 4. **Planta piloto extracción-destilación**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales LIEXVE, USAC.

En este equipo el vapor de agua es inyectado por el fondo de la marmita de platos perforados. La materia prima suele estar compactada y humedecida para una mejor distribución del vapor a través de la misma. Los condensadores son de tubos concéntricos, en donde el agua que ingresa se encuentra a menos de 20 grados centígrados.

El vaso florentino, es de acero inoxidable, es ahí en donde se recupera el aceite esencial junto con agua y posteriormente se decanta por diferencias de densidades.

Entre las ventajas de utilizar un equipo a nivel planta piloto, es que se puede realizar una evaluación económica aplicada a estos equipos para conocer con una mayor confianza, el costo final del producto; permiten operar con vapor saturado de mayor presión, con lo cual, se puede acelerar el proceso u obtener aceites de calidades diferentes.

2.2.4.2. Impacto ambiental de la extracción por arrastre de vapor directo

En la actualidad, el impacto ambiental es un elemento fundamental en el análisis del beneficio que ocasiona un método de extracción. Es por ello que se analizan las emisiones a la atmósfera, efluentes líquidos y emisiones ocasionales que tenga este método de extracción.

2.2.4.2.1. Emisiones a la atmósfera

Estas emisiones provienen del generador de vapor y de la torre de enfriamiento del agua, procedente del circuito de refrigeración de los condensadores. Para el caso del generador, existen alternativas en el combustible usado y en dispositivos de control de los gases efluente.

2.2.4.2.2. Efluentes líquidos

Son los procedentes de las purgas del condensado interno del equipo para realizar el arrastre por vapor, del generador de vapor y de la torre de enfriamiento. Las purgas generalmente son agua, por lo cual se vierten al alcantarillado general directamente, con una previa recuperación energética, mediante un reúso de los mismos para otras necesidades.

2.2.4.2.3. Emisiones ocasionales

Tales emisiones se producen a través de las válvulas de seguridad, de los cierres hidráulicos de los equipos utilizados, al descargar la carga de la materia vegetal. Su repercusión ambiental es mínima, sin embargo existe un riesgo de seguridad para el personal, debido a ciertas alergias producidas por ciertos compuestos de los aceites esenciales extraídos.

2.2.4.3. Ventajas y desventajas de la extracción con arrastre de vapor directo

El método de arrastre de vapor directo posee ciertas ventajas y desventajas ante otros métodos de extracción, es por ello que actualmente es el más utilizado dentro de las extracciones realizadas a nivel planta piloto en los diferentes países.

Entre las ventajas del método de extracción con arrastre de vapor directo se encuentran:

- Proceso de extracción muy limpio que asegura un producto de buena calidad.
- Obtención del aceite puro, libre de solvente.
- Altos rendimientos en aceite esencial extraído.

- Bajo costo económico.

Su principal desventaja, es la alta temperatura de operación, que lo hace inapropiado para aquellos aceites esenciales con componentes termolábiles.

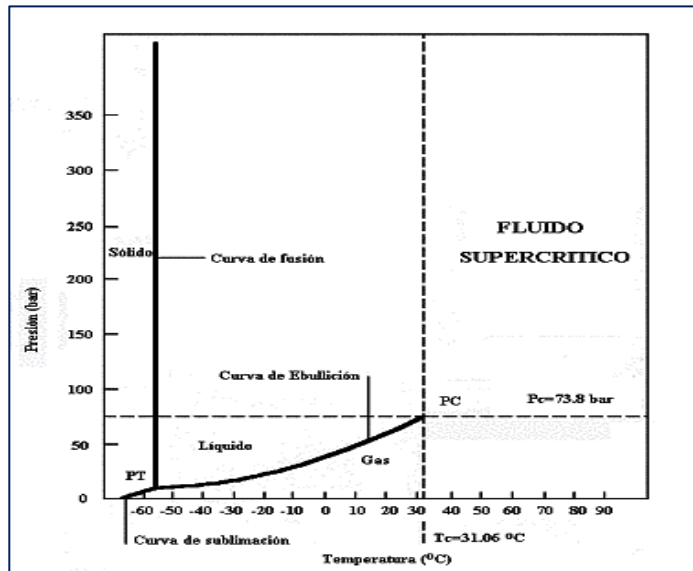
2.2.5. Fluidos supercríticos

Este método de extracción consiste en la separación de sustancias disueltas o incluidas dentro de una matriz, basada fundamentalmente en la capacidad que tienen determinados fluidos en estado supercrítico de modificar su poder disolvente.

2.2.5.1. Principio de los fluidos en estado supercrítico

El punto crítico se define como la temperatura y la presión a la cual el gas y el líquido son indistinguibles, es decir, cuando el fluido se somete a condiciones por encima de su punto crítico, se encuentra en estado supercrítico. Bajo estas condiciones, varias propiedades del fluido se encuentran entre el gas y el líquido en donde la densidad de un fluido supercrítico es similar a la del líquido y su viscosidad a la de un gas.

Figura 5. **Zona de localización de un fluido supercrítico (CO₂)**



Fuente: Laboratorio de Termodinámica, Instituto Politécnico Nacional, México.

El fluido supercrítico posee propiedades intermedias entre el gas y el líquido, es por ello que tiene gran capacidad de disolver compuestos que normalmente se disolverían parcialmente o no disolvería en el estado líquido o gaseoso. El poder de disolución de un fluido supercrítico varía con su densidad, la cual puede ser alta como el líquido o baja como el gas, dependiendo de pequeñas variaciones en la presión o en la temperatura

Este tipo de fluidos presentan una gran capacidad de extracción, debido a que la acumulación de moléculas alrededor del soluto se produce en su máximo grado cuando las densidades son lo suficientemente bajas como para que predominen los efectos atractivos, ya que las moléculas no sufren exclusión a causa de la existencia de mucho espacio libre entre ellas.

2.2.5.2. Proceso de extracción con fluidos supercríticos

La extracción con fluidos supercríticos, es una operación unitaria de transferencia de masa que se efectúa por encima del punto supercrítico del solvente, se basa fundamentalmente en la capacidad que tienen determinados fluidos en estado supercrítico de modificar su poder disolvente; esta extracción permite controlar y manipular propiedades tales como; la difusividad, viscosidad y densidad del fluido mediante pequeños cambios de presión y temperatura, lo cual conlleva a una variación en la selectividad y el poder de solvencia de este.

Los fluidos supercríticos tienen un poder disolvente elevado, esto se encuentra en función de las condiciones de presión y temperatura aplicadas, lo cual permiten la disolución selectiva de sustancias determinadas en los fluidos.

La extracción con fluidos supercríticos, puede ser realizada mediante 2 modos de operación. El primero es por extracción selectiva, en donde se envuelve la capacidad de solvatación del fluido utilizado en la extracción por medio de la manipulación de las condiciones de temperatura y presión o modificando la naturaleza química del solvente con la adición de un co-solvente. El segundo, es por separación selectiva, la cual se obtiene por medio de la despresurización, un calentamiento o enfriamiento gradual del sustrato, permitiendo con esto un fraccionamiento controlado de los productos por extraer.

En general, el proceso de extracción supercrítica se inicia cargando el material vegetal por extraer en el recipiente de extracción; una vez que este se encuentre listo, se procede a presurizar el solvente que en la mayoría de los casos es dióxido de carbono a una presión por encima de los 7,38 megaPascales. Posteriormente, este se calienta para alcanzar una temperatura por encima del punto crítico. Al tener el solvente como fluido supercrítico, este se pone en contacto con el soluto o matriz que posee el compuesto que se

quiere extraer y una vez que se haya efectuado la extracción, se procede a separar el compuesto de interés del solvente.

La separación del compuesto extraído del solvente, se puede lograr mediante cambios en la temperatura o presión, generando de esta manera que el compuesto extraído pierda su solubilidad en el solvente y se separe.

En este tipo de extracción, es muy importante controlar los parámetros de presión, temperatura y flujo del solvente, debido a que son los que van a determinar cuál es el compuesto que se va a extraer, al modificar estos parámetros, se modifica la selectividad del solvente.

2.3. Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales

Estas representan las propiedades que tiene los aceites esenciales, dentro de la caracterización fisicoquímica se realizó la medición de densidad, índice de refracción, cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas, potencial de hidrógeno y miscibilidad en etanol.

2.3.1. Densidad de los aceites esenciales

La densidad de un aceite esencial medida a temperatura estándar (25 grados centígrados), permite distinguir un aceite esencial auténtico de esencias sintéticas comunes. La densidad se expresa en unidades de masa por volumen, usualmente gramos por centímetro cúbico, la mayoría de los aceites esenciales al estar compuestos fundamentalmente por terpenos y derivados, compuestos orgánicos con átomos ligeros (C,H,O) formando cadenas y anillos, tienen una densidad menor que la densidad del agua. Sin embargo, hay algunos aceites con densidad mayor como canela, clavo de olor o perejil.

2.3.2. 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.

2.3.3. pH de los aceites esenciales

El factor pH (potencial Hidrogeno) mide la concentración de H^+ en una solución. El pH ácido de aceites esenciales, explica en parte las propiedades bactericidas, fungicidas y viricidas (antiviral) debido a que la acidez se opone a la multiplicación microbial. Los aceites esenciales de alta calidad, presentan pH cercanos a 5 (máximo 5,8) son ellos soluciones ácida.

2.3.4. Cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas

La cromatografía de gases (GC), se emplea cuando los componentes de la mezcla problema son volátiles o semivolátiles y térmicamente estables a temperaturas de hasta 350-400 grados centígrados. A menudo la cromatografía de gases se emplea para confirmar la presencia o ausencia de un compuesto en una muestra determinada. Por otra parte, la espectrometría de masas (MS) 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.

2.3.5. Solubilidad de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son completamente solubles en alcohol puro. Si a este se le va añadiendo agua de forma progresiva, la mezcla disolverá menos aceite esencial. Dependiendo del tipo de aceite esencial que se trate, se disolverá completamente en una mezcla alcohol-agua que lleve como máximo una determinada proporción de agua. Por lo tanto esta caracterización es acerca de determinar para un aceite esencial la proporción alcohol-agua correcta con la menor cantidad de alcohol posible, pero suficiente para disolver completamente formando solo una fase, una cantidad específica de aceite esencial.

2.4. Aplicaciones de los aceites esenciales

En base a las propiedades farmacológicas, fisicoquímicas y aromáticas que poseen los aceites esenciales, estos son utilizados ampliamente en diversas industrias a nivel internacional; entre ellas se encuentra la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética, veterinaria, entre otras.

2.4.1. Industria alimentaria

Los aceites esenciales se utilizan en la industria alimentaria para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, entre otros. Los aceites esenciales más empleados por esta industria; son el cilantro, naranja y menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. Con respecto a esta utilidad se pueden citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre otros. Estos aceites esenciales también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

2.4.2. Industria farmacéutica

En la industria farmacéutica, los aceites esenciales son ampliamente utilizados, esto se debe a la gama de propiedades farmacológicas que estos poseen. Entre los usos se encuentran la adición de aceites esenciales en cremas dentales (aceite de menta e hinojo), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias (eucalipto).

2.4.3. Industria de cosméticos

Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje. en este campo se pueden citar lo aceites de geranio, lavanda, rosas, ciprés, pinabete y eucalipto

2.4.4. Industria de productos de uso veterinario

Esta industria emplea el aceite esencial de chenopodiumambrosoides, el cual es apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También se requiere limoneno y mentol como insecticidas por lo que diferentes cítricos y menta son utilizados.

2.4.5. Otras industrias

En la actualidad, los aceites esenciales están siendo utilizados ampliamente en diversas industrias. En las industrias que emiten olores desagradables se está utilizando las esencias para encubrir el olor de algunos productos industriales como el caucho, plásticos y pinturas. La industria de las pinturas emplea limoneno como disolvente biodegradable. También se imparte olor a juguetes. En textiles, se utilizan como encubridores de olores en tratamientos con mordientes antes y después del teñido. En papelería, para impregnar de fragancias cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales.

2.4.6. Precauciones en la utilización de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son mezclas de centenares de sustancias distintas, en diferentes concentraciones. Por lo que ciertas de estas sustancias pueden ser inocuas para el organismo humano, otras pueden causar reacciones nocivas y por ello considerarse tóxicas para el organismo humano dado que no las puede asimilar adecuadamente.

Es por ello que para el manejo de los aceites esenciales se debe de tener en cuenta las siguientes precauciones:

- No aplicar directamente los aceites esenciales puros sobre el cuerpo sino que estos deben ser diluidos previamente.

- Diluir los aceites esenciales para poder ingerirlo, consultando siempre a un experto en el tema.
- Tener en consideración la dosis adecuada para aplicar el aceite esencial.
- No utilizar aceites esenciales en mujeres embarazadas, niños o ancianos sin la autorización de un experto en el tema.

2.5. Especie forestal ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

Especie que se ha naturalizado en todas las regiones templadas del hemisferio norte, con temperaturas y suelos adecuados; se pueden encontrar creciendo espontáneamente y de forma dispersa.

- Nombre científico
 - *Cupressus lusitánica* Mill.
- Nombres comunes
 - ciprés lusitánico, ciprés de Portugal, ciprés Mejicano.
- Descripción del *Cupressus lusitánica* Mill.

Árbol con más de 45 metros de altura, con más de 1 metro de diámetro, su corteza rojiza se desprende fácilmente. Las hojas diminutas (1 mm) de color verde oscuro a blanquecinas. Conos pendunculados, de forma globosa, con 6 a 8 escamas; semillas amarillentas y tiene conos todo el año. El tronco oscuro, de gris a café, superficie sulcada en la mayoría de su longitud.

El ciprés crece en suelos fértiles y bien drenados, preferiblemente al sol. Se puede propagar por semillas o por vástagos. Sus semillas maduran al

segundo año y son recolectadas directamente del árbol para luego secarlas por 3 horas. Las semillas germinan entre 10 y 30 días.

- Clasificación taxonómica del *Cupressus lusitánica* Mill
 - Reino: Plantae
 - División: Pinophyta
 - Clase: Pinopsida
 - Orden: Pinales
 - Familia: Cupressaceae
 - Género: Cupressus
 - Especie: CupressusLusitanica

- Componentes químicos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

El ciprés está compuesto por una diversidad de componentes químicos, entre ellos se encuentran:

- Ácidos: Glicérico y glicólico
- Aceite Esencial: alfa-pineno, limoneno, linalol
- Taninos
- Flavonoides: Amentoflavona, cupresoflavona

2.6. *Cupressus lusitánica* Mill en Guatemala

De la familia Cupressaceae en Guatemala, solo está presente la *Cupressus lusitánica* Mill. Estos se distinguen por ser árboles dioicos o monoicos. Las hojas parecen más bien escamas opuestas unas a otras o dispuestas en verticilos. Los estróbilos de microesporangios (parte masculina), son muy pequeños, casi invisibles, y ordenados en posición axilar o terminal. El polen no tiene alas para dispersarse. Los estróbilos con megaesporas (parte femenina), son también pequeños y están en un cono leñoso, redondeado y estructurado en escamas.

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 las áreas más lluviosas y con mayores fríos. Es importante resaltar que el ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) es una especie forestal nativa de Guatemala. Se localiza preferentemente en las umbrías y los valles húmedos, entre 1 400 a 3400 metros sobre el nivel del mar, en el límite superior de las nieblas más abundantes.

El mayor número de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) se encuentra en la región montañosa del altiplano y sus ejemplares crecen asociados a los bosques de pino y encino. Ocupan una extensión de 381 980,19 hectáreas de bosque, estos se encuentran en áreas fragmentadas distribuidas en cultivos de esta especie y bosques naturales. Su distribución natural llega solamente al norte de Honduras, pero se puede observar en otros países centroamericanos.

Los departamentos de Guatemala en los que generalmente se desarrolla ésta especie forestal, son:

- Alta Verapaz
- Izabal
- San Marcos
- Baja Verapaz
- Jutiapa
- Sololá

- Chimaltenango
- El Progreso
- Huehuetenango
- Petén
- Quetzaltenango
- Quiché
- Totonicapán
- Zacapa
- Guatemala

2.6.1. Aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

El aceite esencial de ciprés, es un líquido color amarillo pálido claro, de olor fresco que se extrae de las hojas, ramillas tiernas y frutos del árbol por destilación al vapor o por alguna otra metodología de extracción.

El aceite esencial de ciprés proveniente de las hojas, tiene un porcentaje de rendimiento desde 0,28 a 0,58 por ciento (Sara L. Hassanzadeh, 2010).

- Componentes activos del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

Entre los componentes activos del aceite esencial de ciprés provenientes de las hojas, se encuentran el alfa-pineno (40-82%), limoneno (4-18%), acetato isorbonilo (>10%), 5-dieno (>7%). (Sara L. Hassanzadeh, 2010). Para el aceite esencial proveniente de los frutos, el componente activo es el α -pinene (64,5%). Para el aceite esencial proveniente de las flores el componente activo es α -pinene (15,4%), linalol (7,2%) y β -caryophyleno (9,6%) (J. R. Kuate, 2006).

- Propiedades del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

El aceite esencial de ciprés contiene las siguientes propiedades:

- Antiespasmódico del aparato respiratorio.
 - Antirreumático.
 - Antiséptico
 - Antibiótico
 - Antibacterial
 - Hemostático, cicatrizante vasoconstrictor
-
- Aplicaciones del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

El aceite esencial de ciprés, es utilizado en la industria farmacéutica para la elaboración de medicamentos que actúen en beneficio del aparato respiratorio, y el aparato circulatorio; esto se debe a sus propiedades antiespasmódicas y antireumáticas.

En la industria cosmética, es utilizado para la elaboración de cremas para la piel, jabones, colonias, tónicos para el cabello y aceites para masajes esto se debe a su propiedad antibacterial, antiséptica, sedante y relajante.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

La parte experimental de la investigación, se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en la Universidad del Valle de Guatemala; específicamente en los siguientes laboratorios:

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEEXVE), Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala.

3.2. Variables

Propiedad, característica o atributo que es susceptible a asumir diferentes valores, es decir, puede variar. Dentro de ellas se encuentran las variables independientes, consideradas como las causas y las variables dependientes; consideradas como el factor que es observado y medido para determinar el efecto de la variable independiente.

- Variables independientes
 - Segmento del árbol utilizada para la extracción de aceite esencial (hojas, ramillas y frutos).

- Tiempo de extracción de aceite esencial (30, 60, 90, 120 min)
- Variables dependientes
 - Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill).
 - Contenido de α -pineno en el aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill).
 - Tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill).
 - Índice de refracción del aceite esencial.
 - Composición química del aceite esencial.

3.2.1. Variable de respuesta

La variable de respuesta para cada tratamiento, fue la obtención del rendimiento extractivo, rendimiento volumétrico y contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés en función a la sección del árbol y el tiempo de extracción.

3.3. Delimitación del campo de estudio

La investigación es de carácter cuantitativo-experimental-comparativo. En donde se evaluó a nivel laboratorio mediante el método de Hidrodestilación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de las hojas, ramillas y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill), especie forestal nativa guatemalteca. También se determinó el tiempo óptimo de extracción mediante un modelo matemático del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción (30, 60, 90 y 120

min). Las hojas, ramillas y frutos se trabajaron en fresco, los árboles muestreados tienen una edad de 10 años y se encuentran 2400 metros sobre el nivel del mar.

3.4. Obtención de las muestras

La materia vegetal se obtuvo de la plantación de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) de la finca Xejolón, ubicada en el municipio de Patzún del departamento de Chimaltenango; perteneciente al altiplano de Guatemala. Esta finca se encuentra ubicada a una altura de 2000 a 2500 metros sobre el nivel del mar; el clima de esta región es húmedo y frío.

Se recolectaron las ramas procedentes de las podas y raleos de la plantación de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con una edad de 10 años y a una altura de 2400 metros sobre el nivel del mar y con ello se procedió a clasificar los diferentes componentes de la misma. Posteriormente, se realizó la extracción a 30, 60, 90 y 120 minutos y se caracterizó fisicoquímicamente el aceite esencial obtenido de las hojas, ramillas y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) utilizando el método de Hidrodestilación a nivel laboratorio.

3.5. Recursos humanos

Los recursos humanos son todas aquellas personas involucradas en el desarrollo adecuado de la investigación, en donde aportan su trabajo, esfuerzo y conocimientos. El recurso humano en la presente investigación es:

Investigador:	Br. Edwin José Saravia Cano
Asesor:	Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
Coasesora:	Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales

3.6. Recursos materiales

Es la materia prima, materiales auxiliares, cristalería, reactivos y equipos utilizados en el desarrollo adecuado de la parte experimental del proyecto de investigación. Estos se enlistan a continuación:

- Materia prima
 - Hojas del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)
 - Ramillas del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)
 - Frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)

- Materiales Auxiliares
 - Papel parafilm
 - Mangueras de plástico
 - Pipeta plástica de 5 ml

- Cristalería
 - Beackers BOECO de 25 ml, 50 ml y 100 ml
 - Probeta EXAX de 500 ml
 - Viales de color ámbar de 3,75 ml
 - Balones de fondo redondo BOECO de 1000 ml

- Reactivos
 - Agua desmineralizada
 - Etanol al 95%

- Equipo
 - Balanza analítica digital BOECO de 120V.
 - Balanza de humedad BOECO de 120V.
 - Cromatógrafo de gases con acoplamiento a espectrometría de masas, Agilent Technologies, modelo 5975C VL MSD, con triple detector de eje.
 - Columna de cromatografía de gases de alta resolución, J&W scientific, modelo HP-5MS.
 - Equipo de recirculación VWR de 120V.
 - Juego de tamices en un rango de No. 8 y No. 30.
 - Mantas de calentamiento ThermoScientific de 200W.
 - Molino de cuchillas, Menta, modelo multi 200 de 240V.
 - Neo-clevenger.
 - Refractómetro Fisher Scientific de 60 Hz.

3.7. Técnicas cuantitativas de la investigación

Para la evaluación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos se utilizaron las siguientes técnicas cuantitativas de la investigación:

- Porcentaje de humedad del material en fresco

Este se determinó a través de la balanza de humedad, en el cual se colocó 1 gramo la muestra en la balanza, ésta a una temperatura de 105 grados centígrados.

- Granulometría de las hojas, ramas y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill)
 - Las hojas, ramillas y frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) se redujeron de tamaño mediante un molino de cuchillas.
 - Se pesó y se colocó el material reducido en un juego de tamices entre el No. 8 y No. 30.
 - Se colocó el juego dentro de la tamizadora mecánica durante un tiempo de 5 minutos.
 - Al finalizar el tiempo del tamizaje se pesó el material que quedó retenido en cada tamiz.
 - Se determinó el porcentaje de la muestra que quedó retenida en cada tamiz.

- Extracción de aceite esencial a escala laboratorio por el método de Hidrodestilación
 - Se lavaron las secciones del Neo-clevenger con etanol y agua.
 - Se colocó 100 gramos de las hojas, ramillas y 75 gramos de frutos del ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) a extraer en un balón de fondo redondo de 1 000 mililitros.
 - En cada extracción, se agregaron 600 mililitros de agua destilada, humedeciendo todo el material, la relación materia prima/solvente es 1:6.
 - Se acopló el balón que contiene el material vegetal con el Neoclevenger.
 - Se recirculó el agua del condensador del Neoclevenger, manteniendo el agua de recirculación a una temperatura de 10 grados centígrados

- Se transfirió calor al balón de 1 000 mililitros con una manta calentamiento, hasta que inició la ebullición.
 - Iniciada la ebullición, se tomó el tiempo de destilación para 30, 60, 90 y 120 minutos de extracción.
 - Completado el tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento hasta que termine de obtenerse el condensado.
 - Se midió el rendimiento volumétrico extraído.
 - Se estableció la masa de un vial color ámbar.
 - Se transfirió el aceite al vial, teniendo cuidado de separar la fase oleosa del agua.
 - Nuevamente se estableció la masa del vial, pero ahora conteniendo el aceite recuperado, y finalmente por diferencia se determinó la masa del aceite obtenido en la destilación.
- Cromatografía gaseosa con acoplamiento de espectrometría de masas (GC-MS)

Las muestras obtenidas de aceite esencial de las hojas, ramillas y frutos mediante Hidrodestilación, fueron almacenadas en frascos color ámbar y refrigeradas para evitar que el aceite esencial se volatilice.

La GC-MS consistió en inyectar 0,1 microlitros de aceite esencial dentro del Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas. En este método se produjo 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 grafica en un cromatograma.

Cada pico del cromatograma representa un tiempo de retención, en el que se le asigna un área porcentual con un nivel de confianza que indica la

probabilidad de presencia de un determinado componente en la muestra, para luego identificarlo y nombrarlo según la librería contenida en el programa.

- Índice de refracción
 - Primero se limpió que el prisma con etanol y agua desmineralizada.
 - Se agregaron 2 gotas del aceite esencial al prisma con una micropipeta.
 - Se encendió la lámpara usando el interruptor en el lado izquierdo y se ajustó para asegurar el brillo adecuado en el prisma de medición.
 - Se observó por el ocular, se giró la perilla de compensación de color hasta que apareció una línea clara y definida en el campo de visión.
 - Se giró la perilla de medición alineando la línea delimitadora, con las líneas de intersección (ajustando claro y oscuro al centro).
 - Se movió el interruptor de la parte inferior izquierda y se leyó en la escala superior, el índice de refracción y repitió la operación en función del aceite esencial de ciprés de hojas, ramillas y frutos para los diferentes tiempos de extracción.
 - Se registró el índice de refracción

3.7.1. Análisis estadístico de los datos

En la presente investigación se analizó el efecto que tienen 2 factores respecto a una variable respuesta; es por ello que el experimento fue bifactorial. Se determinó con un análisis de Varianza si existe una interacción significativa entre el factor de segmento del árbol y tiempo de extracción utilizado

- Análisis factorial

Tabla IV. Experimento de dos factores

A	B				Total	Media
	1	2	3	4		
HOJAS	Y_{111}	Y_{121}	Y_{131}	Y_{141}	$T_{1..}$	$X_{1..}$
	Y_{112}	Y_{122}	Y_{132}	Y_{142}		
	Y_{113}	Y_{123}	Y_{133}	Y_{143}		
RAMILLAS	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}		
FRUTOS	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	$X_{.1.}$	$X_{.2.}$	$X_{.3.}$	$X_{.4.}$		$X_{...}$

Fuente: Raymond, Walpole. Probabilidad y estadística.

Donde:

$T_{i..}$ = suma de las observaciones para el i-ésimo nivel del factor A

$T_{.j.}$ = suma de las observaciones para el j-ésimo nivel del factor B

$T_{...}$ = 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 = Parte del árbol utilizado

B = Tiempo de extracción

- Análisis de Varianza (ANOVA)

Tabla V. **Varianza en un experimento de dos factores**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	<i>f</i> calculada
Efecto Principal				
A	SSA	a - 1	$S^2_1 = SSA / a - 1$	$f_1 = S^2_1 / S^2$
B	SSB	b - 1	$S^2_2 = SSB / b - 1$	$f_2 = S^2_2 / S^2$
Interacción de dos factores AB	SS(AB)	(a-1)(b-1)	$S^2_3 = \frac{SS(AB)}{(a-1)(b-1)}$	$f_3 = S^2_3 / S^2$
Error	SSE	ab(n-1)	$S^2 = SSE / ab(n-1)$	
Total	SST	abn - 1		

Fuente: Raymond, Walpole. Probabilidad y estadística.

Determinación de la suma de cuadrados

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n X^2_{ijk} - \frac{T^2 \dots}{abn} \quad SSA = \frac{\sum_{i=1}^a T^2_{i \dots}}{bn} - \frac{T^2 \dots}{abn}$$

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^b T^2 \cdot j}{an} - \frac{T^2 \dots}{abn} \quad SSE = SST - SSA - SSB - SS(AB)$$

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

3.8. Recolección y ordenamiento de la información

En el presente estudio de investigación, se recolectaron y ordenaron los datos obtenidos en la medición de porcentaje de humedad, granulometría, extracción del aceite esencial de ciprés, cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas y medición de índice de refracción; obteniendo con ello las siguientes tablas:

Tabla VI. **Porcentaje de humedad de las hojas de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)
30	1	53,79
	2	57,47
	3	57,30
60	1	55,21
	2	56,00
	3	56,88
90	1	58,45
	2	54,61
	3	56,11
120	1	55,29
	2	56,20
	3	56,88

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla VII. **Porcentaje de humedad de las ramillas de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)
30	1	53,01
	2	54,35
	3	54,87
60	1	53,19
	2	54,72
	3	53,78
90	1	54,13
	2	53,75
	3	54,12
120	1	54,29
	2	54,08
	3	54,47

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla VIII. **Porcentaje de humedad de los frutos de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)
30	1	56,96
	2	56,09
	3	55,17
60	1	51,72
	2	54,83
	3	51,74
90	1	53,72
	2	55,54
	3	61,07
120	1	57,25
	2	57,70
	3	58,00

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla IX. **Granulometría de las hojas de ciprés**

Tamiz	Material retenido (g)		
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
8	136,75	97,89	76,67
10	104,18	99,98	87,29
12	231,02	147,8	119,89
16	114,19	57,91	47,84
18	9,02	3,24	1,78
20	36,21	29,06	21,12
30	33,09	24,09	22,59
fondo	4,54	3,62	4,76
Total	670,00	465,59	384,94

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla X. **Granulometría de las ramillas de ciprés**

Tamiz	Material retenido (g)		
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3
8	269,61	137,99	160,06
10	135,54	63,99	70,12
12	118,39	57,46	66,76
16	99,31	58,15	68,76
18	67,3	45,11	51,96
20	33,34	12,36	21,01
30	8,46	1,19	1,96
fondo	0,19	0,00	0,19
Total	732,14	376,25	440,82

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XI. **Granulometría de los frutos de ciprés**

Tamiz	Material retenido (g)		
	Corrida 1	Corrida 1	Corrida 1
8	106,55	136,9	147,77
10	97,28	113,66	142,97
12	128,13	122,96	252,69
16	48,61	42,27	79,05
18	2,78	2,41	4,12
20	28,5	31,4	35,48
30	18,23	22,71	43,37
fondo	0,19	4,05	12,68
Total	430,27	476,36	718,13

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XII. **Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas por el método de Hidrodestilación**

Tiempo de extracción	Corrida	Hora inicio (min)	Hora final (min)	Volumen (mL)	Tara (g)	Peso final (g)	Rendimiento (%)
30	1	13:52	14:22	0,030	6,6710	6,6940	0,0230
	2	11:14	11:44	0,030	6,7220	6,7480	0,0260
	3	11:15	11:45	0,020	6,6210	6,6380	0,0170
60	1	13:10	14:10	0,080	6,6448	6,7150	0,0702
	2	13:15	14:15	0,070	6,5980	6,6590	0,0610
	3	13:14	14:14	0,060	6,6151	6,6680	0,0529
90	1	10:42	12:12	0,090	6,5640	6,6360	0,0720
	2	13:53	15:23	0,100	6,5620	6,6440	0,0820
	3	13:54	15:24	0,090	6,7200	6,7940	0,0740
120	1	17:48	19:48	0,100	6,7840	6,8810	0,0970
	2	17:52	19:52	0,130	6,7740	6,8830	0,1090
	3	17:52	19:52	0,100	6,5440	6,6260	0,0820

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XIII. **Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas por el método de Hidrodestilación**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Hora inicio (min)	Hora final (min)	Volumen (mL)	Tara (g)	Peso final (g)	Rendimiento (%)
30	1	15:01	15:31	0,03	6,8557	6,8805	0,0248
	2	11:27	11:57	0,01	6,5093	6,5176	0,0083
	3	10:22	10:52	0,03	6,7368	6,7612	0,0244
60	1	11:43	12:43	0,05	6,6118	6,6556	0,0438
	2	14:35	15:35	0,06	6,7213	6,7729	0,0516
	3	11:35	12:35	0,04	6,6728	6,7083	0,0355
90	1	11:55	13:25	0,08	6,5711	6,6421	0,0710
	2	10:19	11:49	0,07	6,7885	6,8493	0,0608
	3	10:21	11:51	0,09	6,6510	6,7276	0,0766
120	1	11:53	13:53	0,09	6,6217	6,6992	0,0775
	2	14:05	16:05	0,12	6,6705	6,7763	0,1058
	3	11:34	13:34	0,09	6,7156	6,7924	0,0768

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XIV. **Extracción de aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos por el método de Hidrodestilación**

Tiempo de extracción	Corrida	Hora inicio (min)	Hora final (min)	Volumen (mL)	Tara (g)	Peso final (g)	Rendimiento (%)
30	1	10:37	11:07	0,170	6,5778	6,7020	0,1656
	2	10:35	11:05	0,160	6,6426	6,7850	0,1899
	3	13:40	14:10	0,140	6,7393	6,8563	0,1560
60	1	14:16	15:16	0,230	6,7012	6,8860	0,2464
	2	14:18	15:18	0,210	6,5355	6,6940	0,2113
	3	14:16	15:16	0,230	6,6258	6,7977	0,2292

Continuación de la tabla XIV.

90	1	16:22	17:52	0,260	6,5589	6,7621	0,2709
	2	16:25	17:55	0,300	6,7340	6,9785	0,2445
	3	16:00	17:30	0,300	6,7546	6,9989	0,2443
120	1	11:12	13:12	0,280	6,8578	7,0746	0,2891
	2	11:11	13:11	0,330	6,5156	6,7797	0,3521
	3	11:07	13:07	0,300	6,6252	6,8670	0,3224

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XV. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	% Área	Componente químico	Número CAS
1	14,571	13,10	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
2	12,338	9,65	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
3	12,938	7,30	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
4	12,706	7,19	Epizonareno	1000156-10-7
5	19,534	6,69	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
6	13,616	4,62	Ácido Acético, [4-(1,1-dimetiletil)fenoxi]-, metilester	088530-52-3
7	14,83	3,81	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
8	14,23	3,78	Cedrol	000077-53-2
9	4,587	3,55	.alfa.-Pino	000080-56-8
10	13,457	2,97	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	1000280-41-7
11	10,614	2,57	3-Cyclohexane-1-metanol, .alfa.alfa.,4-trimetil-, acetato	000080-26-2
12	8,403	2,41	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5

Continuación de la tabla XV.

13	15,194	2,03	Triciclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-eno, 2,6,6,9-tetrametil-	005989-08-2
14	21,512	1,98	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
15	7,175	1,86	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
16	7,298	1,77	Tridecano, 6-metil-	013287-21-3
17	17,982	1,63	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
18	11,596	1,37	Cariofileno	000087-44-5
19	15,008	1,20	.alfa.-Bisabolol	072691-24-8
20	5,951	1,04	Limoneno	000138-86-3

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XVI. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	% Área	Componente químico	Número CAS
1	11,942	11,25	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
2	19,334	10,36	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
3	12,233	9,28	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	054324-03-7
5	14,43	6,17	1H-3a,7-Methanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
4	13,402	5,85	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	1000280-41-7
6	4,45	4,16	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
7	21,481	4,10	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9

Continuación de la tabla XVI.

8	14,749	3,82	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
9	8,358	3,45	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
10	7,257	2,96	Tridecano, 6-metil-	013287-21-3
11	9,695	2,92	Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	005655-61-8
12	14,553	2,91	.tau.-Cadinol	005937-11-1
13	7,13	2,45	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
14	10,577	2,26	3-Cyclohexano-1-metanol, .alfa., .alfa.,4-trimetil-, acetato	000080-26-2
15	12,87	2,09	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-,(1S-cis)-	000483-76-1
17	14,153	1,68	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-Ylangeno	016728-99-7
18	5,879	1,51	Limoneno	000138-86-3
19	12,074	1,31	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-	030021-74-0
20	8,203	1,29	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XVII. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	% Área	Componente químico	Número CAS
1	14,507	12,17	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
2	12,292	11,79	Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-	000483-75-0
3	11,974	9,51	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
4	12,647	7,54	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
5	19,534	5,75	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
6	13,611	4,66	Ácido acético, [4-(1,1-dimetiletil)fenoxi]-, metilester	088530-52-3
7	8,412	4,22	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
8	4,564	3,50	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
9	10,605	3,20	Biciclo[4.1.0]hept-2-eno, 3,7,7-trimetil-	000554-61-0
10	7,184	2,81	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
11	14,844	2,77	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
12	13,484	2,22	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	1000280-41-7
13	8,248	2,14	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1
15	7,298	2,06	Heptano, 4-(1-metiletil)-	052896-87-4
17	11,596	1,64	Cariofileno	000087-44-5
19	8,544	1,48	Ácido Butanoico, 1-metiloctil ester	069727-42-0
20	14,216	1,45	Ciclohexeno, 1-metil-4-(5-metil-1-metileno-4-hexenil)-, (S)-	000495-61-4
21	5,979	1,27	.beta.-Felandreno	000555-10-2
22	5,951	1,22	Limoneno	000138-86-3
23	14,33	1,07	Cedrol	000077-53-2

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XVIII. Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	11,983	13,06	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
2	14,521	12,11	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
3	12,306	11,04	Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-	000483-75-0
4	19,529	6,89	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
5	4,582	4,83	1R-.alfa.-Pino	000080-56-8
6	8,408	3,53	3-Ciclohexano-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
7	14,83	3,32	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
8	13,616	3,03	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	1000280-41-7
9	10,609	2,69	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato	000080-26-2
10	7,18	2,1	1,6-Octadieno-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
11	8,258	2,09	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1
12	13,484	1,81	Propanamida, N-(4-metoxifenil)-2,2-dimetil-	056619-94-4
13	12,906	1,8	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
14	7,293	1,72	Heptano, 4-(1-metiletil)-	052896-87-4
15	14,221	1,48	Ciclohexeno, 1-metil-4-(5-metil-1-metileno-4-hexenil)-, (S)-	000495-61-4
16	11,601	1,38	Cariofileno	000087-44-5
17	12,11	1,36	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-	030021-74-0
18	21,631	1,35	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
19	17,978	1,34	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
20	5,974	1,29	.beta.-Felandreno	000555-10-2

Continuación de la tabla XVIII.

21	8,544	1,24	Ácido Butanoico, 1-metiloctil ester	069727-42-0
22	6,816	1,23	Ciclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-	000586-62-9
23	5,951	1,23	Ciclohexeno, 1-metil-5-(1-metiletenil)-, (R)-	001461-27-4
24	14,321	1,15	Cedrol	000077-53-2
25	7,839	1,05	Pentano, 2,2'-oxybis-	056762-00-6

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XIX. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	% Área	Componente químico	Número CAS
1	12,642	19,37	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
2	12,201	11,33	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	054324-03-7
3	13,366	9,11	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	1000280-41-7
4	12,574	8,48	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
5	11,919	7,51	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
6	19,406	4,93	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
7	14,703	4,17	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
8	14,152	3,16	Cedrol	000077-53-2
9	10,55	3,15	Biciclo[2.2.1]hept-2-eno, 1,7,7-trimetil-	000464-17-5
10	7,116	2,94	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
11	8,321	2,81	3-Ciclohexen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-	000562-74-3
12	12,06	1,47	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-	030021-74-0
13	11,555	1,39	Cariofileno	000087-44-5

Continuación de la tabla XIX.

14	7,252	1,38	Tridecano, 6-metil-	013287-21-3
15	17,937	1,20	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
16	21,448	1,15	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
17	12,31	1,13	Benceno, 1-(1,5-dimetil-4-hexenil)-4-metil-	000644-30-4
18	14,08	1,11	1-Formil-2,2,6-trimetil-3-cis-(3-metilbut-2-enil)-5-ciclohexeno	1000144-10-1
19	12,902	1,01	Naftaleno, 1,2,3,4-tetrahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-77-2
20	4,487	0,37	1R-.alfa.-Pino	007785-26-4

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XX. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	12,347	21,44	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
2	12,742	13,3	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
3	12,706	8,34	(-)-Isoledeno	1000109-87-9
4	19,511	6,8	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
5	13,588	4,02	3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0.0(4,11)]undecan-1-ol	117591-80-7
6	14,807	3,37	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
7	10,609	2,75	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato	000080-26-2
8	13,443	2,7	[1,2,4]Triazolo[1,5-a]pirimidina-6-acido carboxílico, 7-amino-, etilester	1000316-75-8

Continuación de la tabla XX.

9	8,385	2,61	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
10	4,555	2,43	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
11	21,521	1,97	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
12	14,243	1,84	Cedrol	000077-53-2
13	11,596	1,83	Cariofileno	000087-44-5
14	17,973	1,72	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
15	14,193	1,48	1,4-Metano-1H-indeno, octahidro-1,7a-dimetil-4-(1-metiletenil)-,[1S-(1,alfa.,3a.beta.,4.alfa.,7a.beta.)]-	087064-18-4
16	7,279	1,42	Octano, 2,3-dimetil-	007146-60-3
17	7,148	1,29	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
18	15,276	1,14	Biciclo[3.1.1]hept-2-eno, 2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-	017699-05-7
19	8,23	1,12	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1
20	12,993	1,03	Naftaleno, 1,2,3,4-tetrahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-77-2

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXI. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	14,571	13,44	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
2	12,015	10,23	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
3	12,742	10,17	(-)-Isoledeno	1000109-87-9

4	12,333	8,9	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	054324-03-7
---	--------	-----	----------------------------------	-------------

Continuación de la tabla XXI.

5	19,506	5,74	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
6	14,239	4,13	Cedrol	000077-53-2
7	14,821	3,67	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
8	8,408	2,78	3-Ciclohexano-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
9	10,609	2,68	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetate	000080-26-2
10	12,374	2,6	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-	030021-74-0
11	13,579	2,59	1,4-Ftalazinediono, 2,3-dihidro-6-nitro-	003682-19-7
12	4,573	2,45	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
13	11,605	2,03	Cariofileno	000087-44-5
14	21,512	1,8	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
15	13,443	1,76	[1,2,4]Triazol[1,5-a]pirimidina-6-acido carboxilico, 7-amino-, etilester	1000316-75-8
16	7,289	1,67	Octano, 2,3-dimetil-	007146-60-3
17	15,271	1,54	1H-3a,7-Methanoazuleno, octahidro-1,9,9-trimetil-4-metileno-, (1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)	000508-55-4
18	13,02	1,48	Naftaleno, 1,2,3,4-tetrahidro-1,6-dimetil 4 (1-metiletil), (1S-cis)-	000483-77-2
19	17,973	1,31	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
20	8,244	1,23	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXII. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	11,996	19,31	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-76-1
2	14,221	10,08	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
3	8,280	8,28	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	024545-81-1
4	12,701	6,75	Isoledene	1000156-10-8
5	19,515	6,05	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	1000197-08-4
6	13,593	3,64	2-[3-(4-tert-Butyl-phenoxy)-2-hydroxy-propylsulfanyl]-4,6-dimethyl-nicotinonitrile	1000294-86-1
7	8,435	3,56	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	020126-76-5
8	14,812	3,31	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
9	4,573	3,10	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
10	13,443	2,43	N-Methyl-1-adamantaneacetamide	031897-93-5
11	7,298	2,18	Octane, 2,3-dimethyl-	007146-60-3
12	21,508	1,93	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	000511-15-9
13	7,170	1,81	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
14	11,601	1,78	Cariofileno	000087-44-5
15	12,738	1,53	1H-3a,7-Metanoazuleno, octahidro-1,9,9-trimetil-4-metileno-, (1.alfa.,3a.alfa.,7.alfa.,8a.beta.)	000508-55-4
16	14,203	1,51	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,7-hexahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-	016728-99-7
17	15,258	1,39	2-Ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletenil)-, trans-	001197-07-5
18	14,999	1,20	.alfa.-Bisabolol	072691-24-8
19	17,973	1,09	Kaur-15-eno,5,alfa.,9,alfa.,10.beta.	000511-85-3
20	5,947	1,09	Ciclohexeno, 1metil-5-1-metiletenil, R-	001461-27-4

Continuación de la tabla XXII.

21	8,553	1,09	Ácido butanoico, 1-metilhexil ester	039026-94-3
22	12,993	1,06	Naftaleno, 1,2,3,4-tetrahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	000483-77-2

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXIII. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	4,495	23,93	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
2	11,518	9,98	Cariofileno	000087-44-5
3	11,978	9,34	.alfa.-Cariofileno	006753-98-6
4	8,571	7,43	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil	000098-55-5
5	13,292	6,26	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletenil)-, [2R-(2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	000473-13-2
6	14,015	5,26	Espiro[4.5]decano	000176-63-6
7	14,329	5,20	Triciclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-eno,2,6,6,9-tetrametil-	005989-08-2
8	12,574	5,16	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa., 3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
9	5,587	4,64	3-Careno	013466-78-9
10	11,623	3,87	6-Octan-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoato	000141-14-0
11	13,679	3,35	Oxido de Cariofileno	001139-30-6
12	10,854	2,75	Propionato de Isobornil	002756-56-1
13	6,760	2,61	Cyclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-	000586-62-9

Continuación de la tabla XXIII.

14	20,270	2,38	Biciclo[5.2.0]nonano, 4-metileno-2,8,8-trimetil-2-vinil-	1000159-38-2
15	5,264	1,85	.beta.-Myrceno	000123-35-3
16	9,067	1,67	Benceno, 2-metoxi-4-metil-1-(1-metiletil)-	001076-56-8
17	20,065	1,50	Ácido Benzoico, 2,6-bis[(trimetilsilil)oxy]-, trimetilsililester	003782-85-2

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXIV. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	4,573	32,34	1R-,alfa.-Pineno	007785-70-8
2	5,642	7,07	Biciclo[4.1.0]hept-3-eno, 3,7,7-trimetil-, (1S)-	000498-15-7
3	19,452	3,91	1-Pentan-3-one, 1-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexan-1-yl)-	000127-43-5
4	5,315	3,78	.beta.-Myrceno	000123-35-3
5	12,019	3,40	.alpha.-Cariofileno	006753-98-6
6	20,339	3,31	3-Oxatriciclo[3.2.1.0(2,4)]octano,(1.alfa.,2.beta.,4.beta.,5.alfa.)-	003146-39-2
7	5,924	3,21	D-Limoneno	005989-27-5
8	14,403	3,16	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa., 3a.beta., 7.beta., 8a.alfa.)]-	000469-61-4
9	11,555	2,91	Cariofileno	000087-44-5
10	6,802	2,91	Cyclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-	000586-62-9
11	12,133	2,78	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	054324-03-7

Continuación de la tabla XXIV.

12	5,169	2,43	.beta.-Pineno	000127-91-3
13	8,635	2,13	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil	000098-55-5
14	20,121	1,96	Diazeno, (4-etoxifenil)(4- metoxifenil)-, 1-oxide	056095-14-8
15	20,048	1,92	.alfa.-Santalol	000115-71-9
16	13,334	1,76	.gamma.-Elemeno	339154-91-5
17	14,057	1,47	12-Oxabiciclo[9.1.0]dodeca-3,7- dieno, 1,5,5,8-tetrametil-, [1R- (1R*,3E,7E,11R*)]-	019888-34-7
18	18,283	1,09	Tricyclo[4.2.1.0(2,5)]non-3-en-9- endo-ol, 9-exo-ethyl-, endo-	1000141-58-6
19	13,725	1,08	Cariofileno oxide	001139-30-6
20	17,924	0,99	Kaur-15-eno, (5.alfa.,9.alfa.,10.beta.)-	000511-85-3
21	12,511	0,99	(-)-Isoledeno	1000109-87-9

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXV. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	4,609	18,72	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
2	20,093	10,28	Biciclo[5.2.0]nonano, 4-metileno- 2,8,8-trimetil-2-vinil-	1000159-38-2
3	12,056	5,15	.alfa.-Cariofileno	006753-98-6
4	11,578	3,98	Cariofileno	000087-44-5
5	5,656	3,89	3-Careno	013466-78-9
6	13,356	3,60	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a- octahidro-4a,8-dimetil-2-(1- metiletenil)-, [2R- (2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	000473-13-2

Continuación de la tabla XXV.

7	8,635	3,26	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil-	000098-55-5
8	14,080	3,00	12-Oxabiciclo[9.1.0]dodeca-3,7- dieno, 1,5,5,8-tetrametil-, [1R- (1R*,3E,7E,11R*)]-	019888-34-7
9	14,407	2,44	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8- tetrametil-, [3R- (3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	000469-61-4
10	6,811	2,07	Ciclohexeno, 1-metil-4-(1- metiletilideno)-	000586-62-9
11	13,748	1,98	Óxido de Cariofileno	001139-30-6
12	5,324	1,89	.beta.-Mirceno	000123-35-3
13	21,690	1,84	Ferruginol	000514-62-5
14	5,933	1,82	D-Limoneno	005989-27-5
15	12,624	1,82	Biciclo[3.1.1]hept-2-eno, 2,6- dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-	017699-05-7
16	11,673	1,65	6-Octan-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoato	000141-14-0
17	18,301	1,59	Triciclo[4.2.1.0(2,5)]non-3-an-9- endo-ol, 9-exo-etil-, endo-	1000141-58-6
18	15,244	1,57	1,4-Metanoazuleno-9-metanol, decahidro4,8,8-trimetil,[1S- (1.alfa.,3a.beta.,4.alfa.,8a.beta.,9R*)	001139-17-9
19	12,151	1,57	Biciclo[4.4.0]dec-1-eno, 2-isopropil- 5-metil-9-metileno-	150320-52-8
20	5,183	1,50	.beta.-Pinoeno	000127-91-3
21	10,896	1,32	Ácido acético, 1,7,7-trimetil- biciclo[2.2.1]hept-2-il ester	092618-89-8
22	8,326	1,10	3-Ciclohexen-1-ol, 4-metil-1-(1- metiletil)-	000562-74-3
23	14,739	1,04	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
24	9,117	1,04	Benceno, 2-metoxi-4-metil-1-(1- metiletil)-	001076-56-8

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXVI. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	4,614	9,21	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
2	20,111	7,13	Biciclo[5.2.0]nonano, 4-metileno-2,8,8-trimetil-2-vinil-	1000159-38-2
3	8,685	6,29	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil-	000098-55-5
4	12,115	5,97	.alpha.-Cariofileno	006753-98-6
5	11,624	4,54	Cariofileno	000087-44-5
6	14,107	3,58	2,5-Dimetilhidroquinono	001321-28-4
7	13,384	3,55	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletenil)-, [2R-(2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	000473-13-2
8	14,426	3,20	1H-3a,7-Methanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-,[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]	000469-61-4
9	5,669	2,78	3-Careno	013466-78-9
10	15,222	2,38	1,4-Metanoazuleno-9-metanol, decahidro-4,8,8-trimetil, [1S 1.alfa.,3a.beta.,4.alfa.,8a.beta.,9R*)]	001139-17-9
11	13,775	2,16	Óxido de Cariofileno	001139-30-6
12	12,656	2,16	Biciclo[3.1.1]hept-2-eno, 2,6-dimetil-6-(4-metil-3-pentenil)-	017699-05-7
13	6,825	2,08	Cyclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-	000586-62-9
14	12,197	2,00	Biciclo[4.4.0]dec-1-eno, 2-isopropil-5-metil-9-metileno-	150320-52-8
15	8,344	1,96	3-Ciclohexen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-	000562-74-3
16	9,140	1,83	Benceno, 1-metoxi-4-metil-2-(1-metiletil)-	031574-44-4
17	11,719	1,81	6-Octan-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoato	000141-14-0

Continuación de la tabla XXVI.

18	10,919	1,70	Ácido acético, 1,7,7-trimetil-biciclo[2.2.1]hept-2-il ester	092618-89-8
19	5,942	1,68	D-Limoneno	005989-27-5
20	14,953	1,66	.alfa.-Bisabolol	072691-24-8
21	18,356	1,62	(E,E,E)-3,7,11,15-Tetrametilhexadeca-1,3,6,10,14-pentaeno	077898-97-6
22	7,134	1,50	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	000078-70-6
23	5,333	1,41	Biciclo[3.1.0]hex-2-eno, 4-metil-1-(1-metiletil)-	028634-89-1
24	14,744	1,32	.alfa.-Cadinol	000481-34-5
25	15,140	1,13	2-Ciclohexen-1-ol, 2-metil-5-(1-metiletenil)-, trans-	001197-07-5

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla XXVII. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas, ramillas y frutos**

Segmento del árbol	Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción
hojas	30	1.4630
	60	1.4825
	90	1.4860
	120	1.4905
ramillas	30	1.4820
	60	1.4830
	90	1.4850
	120	1.4860
frutos	30	1.4720
	60	1.4755
	90	1.4760
	120	1.4770

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

3.9. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En el presente estudio de investigación, se tabularon, ordenaron y procesaron los datos obtenidos en la medición de porcentaje de humedad, granulometría, extracción del aceite esencial de ciprés, cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas y medición de índice de refracción; obteniendo con ello las siguientes tablas:

Tabla XXVIII. **Porcentaje de humedad de las hojas de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
30	1	53,79	56,19	2,077314
	2	57,47		
	3	57,30		
60	1	55,21	56,03	0,835404
	2	56,00		
	3	56,88		
90	1	58,45	56,39	1,935252
	2	54,61		
	3	56,11		
120	1	55,29	56,12	0,797768
	2	56,20		
	3	56,88		

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVI.

Tabla XXIX. **Porcentaje de humedad de las ramillas de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
30	1	53,01	54,08	0,959653
	2	54,35		
	3	54,87		
60	1	53,19	53,90	0,771643
	2	54,72		
	3	53,78		
90	1	54,13	54,00	0,216564
	2	53,75		
	3	54,12		
120	1	54,29	54,28	0,195192
	2	54,08		
	3	54,47		

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Tabla XXX. **Porcentaje de humedad de los frutos de ciprés**

Tiempo de extracción (min)	Corrida	Humedad (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
30	1	56,96	56,07	0,895116
	2	56,09		
	3	55,17		
60	1	51,72	52,76	1,789814
	2	54,83		
	3	51,74		
90	1	53,72	56,78	3,827876
	2	55,54		
	3	61,07		

Continuación de la tabla XXX.

120	1	57,25	57,65	0,377492
	2	57,70		
	3	58,00		

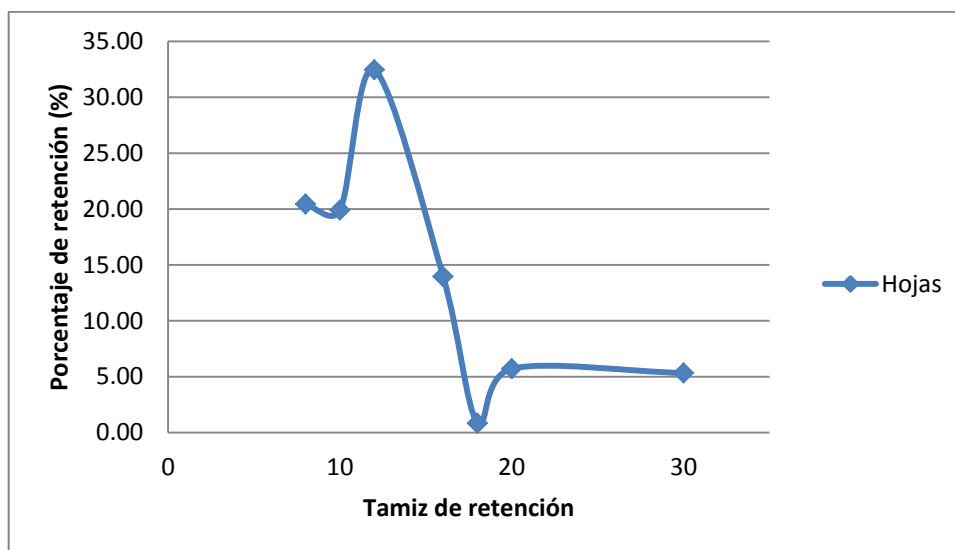
Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVIII.

Tabla XXXI. **Granulometría de las hojas de ciprés**

Tamiz	Porcentaje de retención (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
8	20,41	21,02	19,92	20,45	0,555
10	15,55	21,47	22,68	19,90	3,815
12	34,48	31,74	31,15	32,46	1,778
16	17,04	12,44	12,43	13,97	2,662
18	1,35	0,70	0,46	0,83	0,458
20	5,40	6,24	5,49	5,71	0,461
30	4,94	5,17	5,87	5,33	0,483
>30	0,68	0,78	1,24	0,90	0,298
Total	100	100	100	100	0

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla IX.

Figura 6. **Granulometría de las hojas de ciprés**



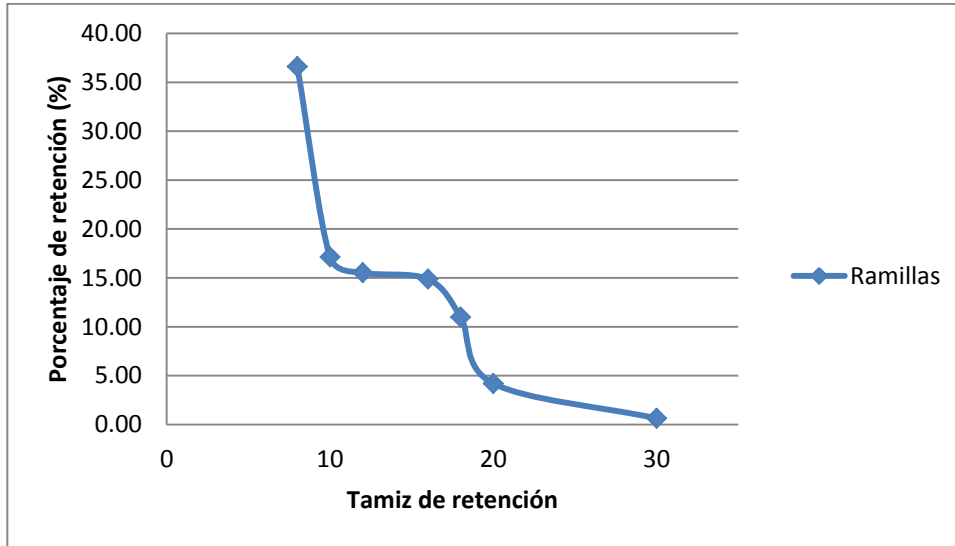
Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXI.

Tabla XXXII. **Granulometría de las ramillas de ciprés**

Tamiz	Porcentaje de retención (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
8	36,82	36,68	36,31	36,60	0,265
10	18,51	17,01	15,91	17,14	1,308
12	16,17	15,27	15,14	15,53	0,559
16	13,56	15,46	15,60	14,87	1,135
18	9,19	11,99	11,79	10,99	1,560
20	4,55	3,29	4,77	4,20	0,801
30	1,16	0,32	0,44	0,64	0,452
fondo	0,03	0,00	0,04	0,02	0,022
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	0,000

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla X.

Figura 7. **Granulometría de las ramillas de ciprés**



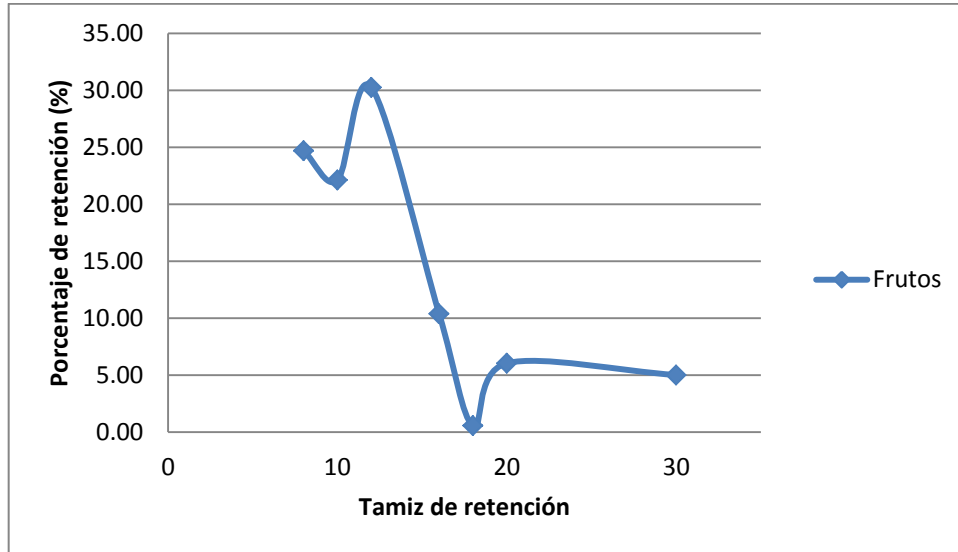
Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXII.

Tabla XXXIII. **Granulometría de los frutos de ciprés**

Tamiz	Porcentaje de retención (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
8	24,76	28,74	20,58	24,69	4,081
10	22,61	23,86	19,91	22,13	2,020
12	29,78	25,81	35,19	30,26	4,706
16	11,30	8,87	11,01	10,39	1,324
18	0,65	0,51	0,57	0,58	0,070
20	6,62	6,59	4,94	6,05	0,963
30	4,24	4,77	6,04	5,01	0,926
fondo	0,04	0,85	1,77	0,89	0,861
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	0,000

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XI.

Figura 8. **Granulometría de los frutos de ciprés**



Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXIII.

Tabla XXXIV. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,023	0,026	0,017	0,0220	0,0046
60	0,0702	0,0610	0,0529	0,0614	0,0087
90	0,0720	0,0820	0,0740	0,0760	0,0053
120	0,0970	0,1090	0,0820	0,0960	0,0135

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XII.

Tabla XXXV. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,0248	0,0083	0,0244	0,0192	0,0094
60	0,0438	0,0516	0,0355	0,0436	0,0081
90	0,0710	0,0608	0,0766	0,0695	0,0080
120	0,0775	0,1058	0,0768	0,0867	0,0165

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XIII.

Tabla XXXVI. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,1656	0,1899	0,1560	0,1705	0,0175
60	0,2464	0,2113	0,2292	0,2290	0,0175
90	0,2709	0,2445	0,2443	0,2532	0,0153
120	0,2891	0,3521	0,3224	0,3212	0,0316

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XIV.

Tabla XXXVII. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento volumétrico (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,03	0,03	0,02	0,027	0,006
60	0,08	0,07	0,06	0,070	0,010
90	0,09	0,10	0,09	0,093	0,006
120	0,10	0,13	0,10	0,110	0,017

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XII.

Tabla XXXVIII. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de las ramillas

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento volumétrico (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,030	0,010	0,030	0,023	0,012
60	0,050	0,060	0,040	0,050	0,010
90	0,080	0,070	0,090	0,080	0,010
120	0,090	0,120	0,090	0,100	0,017

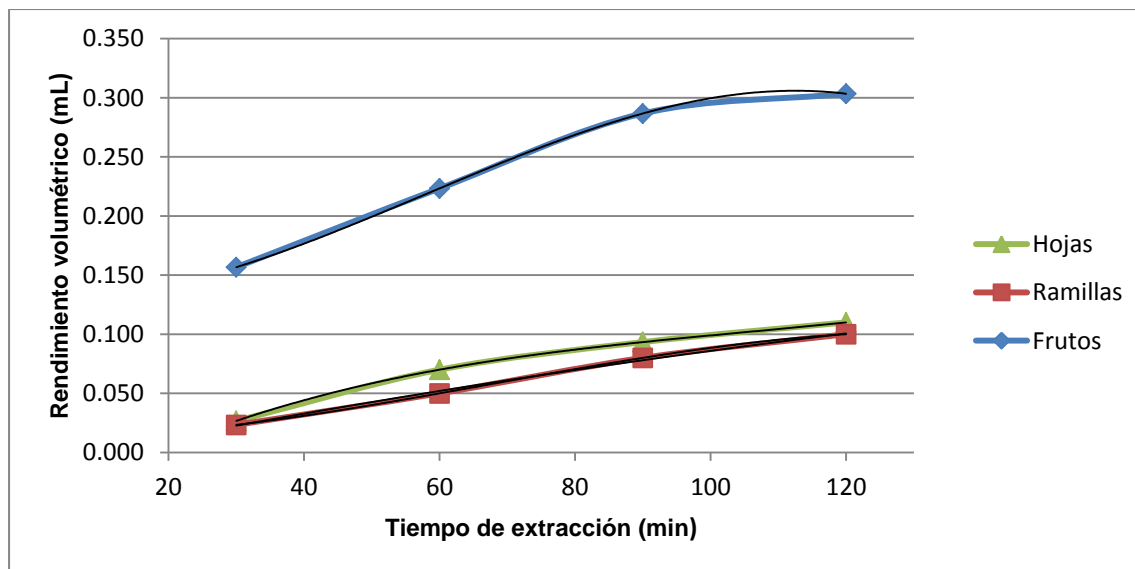
Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XIII.

Tabla XXXIX. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés obtenido de los frutos

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento volumétrico (mL)			\bar{X}	$\pm \sigma$
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3		
30	0,170	0,160	0,140	0,157	0,015
60	0,230	0,210	0,230	0,223	0,012
90	0,260	0,300	0,300	0,287	0,023
120	0,280	0,330	0,300	0,303	0,025

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XIV.

Figura 9. Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción



Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXVII, XXXVIII y XXXIX.

Tabla XL. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos**

Color	Segmento del árbol	Modelo matemático	R ²
	hojas	$R.Vol = 8E-08 t^3 - 3E-05 t^2 + 0,0033 t - 0,05$	1
	ramillas	$R.Vol = - 8E-08 t^3 + 2E-05 t^2 - 9E-05 t + 0,0133$	1
	frutos	$R.Vol = -3E-07 t^3 + 5E-05 t^2 - 0,0003 t + 0,13$	1

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, figura 9.

Tabla XLI. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de las hojas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción experimental	Índice de Refracción teórico	Diferencia absoluta
30	1,4630	1,4715	0,0085
60	1,4825		0,0110
90	1,4860		0,0145
120	1,4905		0,0190

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Tabla XLII. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de las ramillas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción experimental	Índice de Refracción teórico	Diferencia absoluta
30	1,4820	1,4715	0,0105
60	1,4830		0,0115
90	1,4850		0,0135
120	1,4860		0,0145

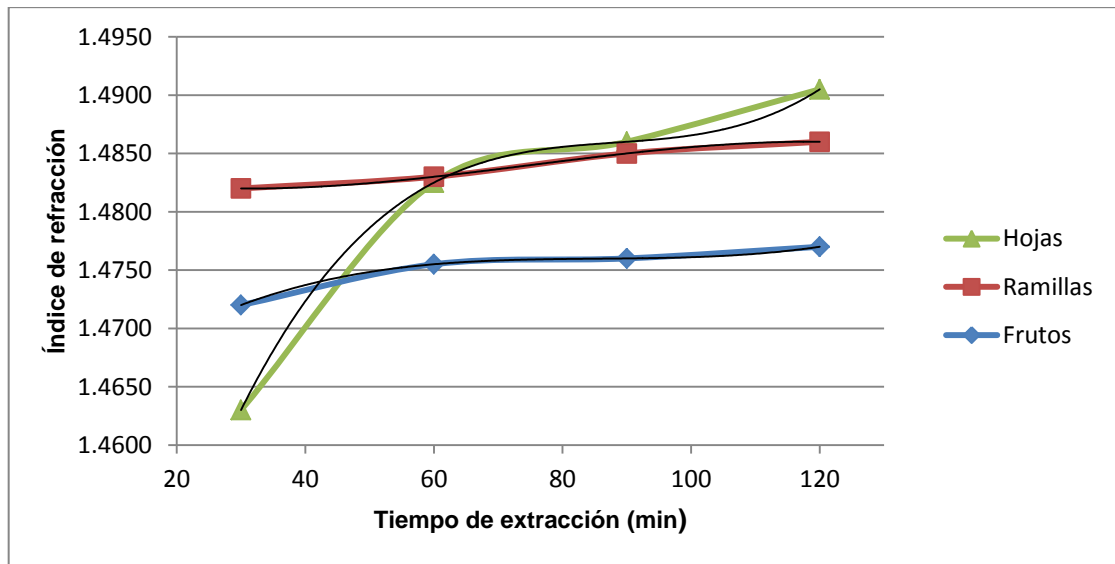
Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Tabla XLIII. **Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de los frutos a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Índice de Refracción experimental	Índice de Refracción teórico	Diferencia absoluta
30	1,4720	1,4715	0,0005
60	1,4755		0,0040
90	1,4760		0,0045
120	1,4770		0,0055

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Figura 10. Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción



Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Tabla XLIV. Modelo matemático y coeficiente de correlación del Índice de Refracción en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos

Color	Segmento del árbol	Modelo matemático	R ²
	hojas	I.R. = 1E-07 t ³ - 3E-05 t ² + 0,0025 t + 1,4105	1
	ramillas	I.R. = -1E-08 t ³ - 3E-06 t ² + 0,0001 t + 1,484	1
	frutos	I.R. = 2E-08 t ³ - 6E-06 t ² + 0,0005 t + 1,462	1

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, figura 10.

Tabla XLV. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	13,10	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8, 8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, 3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a .alfa.	Sesquiterpeno	Apéndice 12
2	9,65	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
3	7,30	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
4	7,19	Epizonareno	Sesquiterpeno	Apéndice 32
5	6,69	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
6	4,62	Ácido Acético, [4-(1,1-dimetiletil fenoxi)-, metilester	No terpenoide	Apéndice 22
7	3,81	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
8	3,78	Cedrol	Sesquiterpeno	Apéndice 29
9	3,55	.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
10	2,97	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	No terpenoide	Apéndice 41

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XV.

Tabla XLVI. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	11,25	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
2	10,36	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
3	9,28	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	Sesquiterpeno	Apéndice 2

Continuación de la tabla XLVI.

4	6,17	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
5	5,85	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	No terpenoide	Apéndice 41
6	4,16	1R-.alfa.-Pino	Monoterpeno	Apéndice 5
7	4,10	2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-	Diterpeno	Apéndice 15
8	3,82	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
9	3,45	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17
10	2,96	Tridecano, 6-metil-	No Terpenoide	Apéndice 40

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVI.

Tabla XLVII. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	12,17	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
2	11,79	Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-	Sesquiterpeno	Apéndice 36
3	9,51	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
4	7,54	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
5	5,75	1-Ciclohexeno, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-en-3-on-1-il)-	No terpenoide	Apéndice 11
6	4,66	Ácido acético, [4-(1,1-dimetiletil)fenoxi]-, metilester	No terpenoide	Apéndice 22

Continuación de la tabla XLVII.

7	4,22	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17
8	3,50	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
9	3,20	Biciclo[4.1.0]hept-2-eno, 3,7,7-trimetil-	Monoterpeno	Apéndice 25
10	2,81	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	Monoterpeno	Apéndice 9

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVII.

Tabla XLVIII. **Composición química del aceite esencial de hojas para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	13,06	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
2	12,11	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
3	11,04	Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-	Sesquiterpeno	Apéndice 36
4	6,89	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
5	4,83	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
6	3,53	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17
7	3,32	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
8	3,03	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	No terpenoide	Apéndice 41
9	2,69	3-Cyclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato	No terpenoide	Apéndice 18
10	2,1	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	Monoterpeno	Apéndice 9

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XVIII.

Tabla XLIX. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	19,37	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
2	11,33	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	Sesquiterpeno	Apéndice 2
3	9,11	1-Dimetil(fenil)sililoxipentano	No terpenoide	Apéndice 41
4	8,48	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
5	7,51	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-,(1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
6	4,93	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
7	4,17	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
8	3,16	Cedrol	Sesquiterpeno	Apéndice 29
9	3,15	Biciclo[2.2.1]hept-2-eno, 1,7,7-trimetil-	Monoterpeno	Apéndice 23
10	2,94	1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-	Monoterpeno	Apéndice 9

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XIX.

Tabla L. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente Químico	Clasificación Orgánica	Información Adicional
1	21,44	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-,(1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
2	13,3	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
3	8,34	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
4	6,8	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11

Continuación de la tabla L.

5	4,02	3,3,7,11-Tetrametiltriciclo[5.4.0.0(4,11)]undecan-1-ol	Sesquiterpeno	Apéndice 16
6	3,37	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
7	2,75	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato	No terpenoide	Apéndice 18
8	2,7	[1,2,4]Triazolo[1,5-a]pirimidina-6-acido carboxilico, 7-amino-, etilester	No terpenoide	Apéndice 7
9	2,61	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17
10	2,43	1R-.alfa.-Pinoeno	Monoterpeno	Apéndice 5

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XX.

Tabla LI. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	13,44	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
2	10,23	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
3	10,17	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
4	8,9	(+)-Epi-biciclo sesquifelandreno	Sesquiterpeno	Apéndice 2
5	5,74	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
6	4,13	Cedrol	Sesquiterpeno	Apéndice 29
7	3,67	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
8	2,78	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17

Continuación de la tabla LI.

9	2,68	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato	No terpenoide	Apéndice 18
10	2,60	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-	Sesquiterpeno	Apéndice 34

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XXI.

Tabla LII. **Composición química del aceite esencial de ramilla para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	19,31	Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-	Sesquiterpeno	Apéndice 35
2	10,08	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
3	8,28	Biciclo[3.1.0]hex-3-an-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-	Monoterpeno	Apéndice 24
4	6,75	(-)-Isoledeno	Sesquiterpeno	Apéndice 1
5	6,05	1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-an-3-on-1-yl)-	No terpenoide	Apéndice 11
6	3,64	2-[3-(4-tert-Butil-fenoxi)-2-hidroxi-propilsulfanil]-4,6-dimetil-nicotinonitrilo	No terpenoide	Apéndice 14
7	3,56	3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-	Monoterpeno	Apéndice 17
8	3,31	.alfa.-Cadinol	Sesquiterpeno	Apéndice 3
9	3,10	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
10	2,43	N-Methyl-1-adamantaneacetamide	No terpenoide	Apéndice 37

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XXII.

Tabla LIII. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 30 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	23,93	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
2	9,98	Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 28
3	9,34	.alfa.-Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 4
4	7,43	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil	Monoterpeno	Apéndice 19
5	6,26	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletetil)-, [2R-(2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	Sesquiterpeno	Apéndice 33
6	5,26	Spiro[4.5]decano	No Terpenoide	Apéndice 38
7	5,20	Triciclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-eno,2,6,6,9-tetrametil-	Sesquiterpeno	Apéndice 39
8	5,16	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-,[3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
9	4,64	3-Careno	Monoterpeno	Apéndice 42
10	3,87	6-Octan-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoato	No Terpenoide	Apéndice 21

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XXIII.

Tabla LIV. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 60 minutos obtenida por GC-MS**

No	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	32,34	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
2	7,07	Biciclo[4.1.0]hept-3-eno, 3,7,7-trimetil-, (1S)-	Monoterpeno	Apéndice 26
3	3,91	1-Pentan-3-one, 1-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexan-1-yl)-	No Terpenoide	Apéndice 43

Continuación de la tabla LIV.

4	3,78	.beta.-Mirceno	Monoterpeno	Apéndice 6
5	3,40	.alpha.-Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 4
6	3,31	3-Oxatriciclo [3.2.1.0(2,4)]octano,(1.alfa.,2.beta.,4. beta.,5.alfa.)-	No Terpenoide	Apéndice 20
7	3,21	D-Limoneno	Monoterpeno	Apéndice 31
8	3,16	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8- tetrametil-, [3R- (3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
9	2,91	Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 28
10	2,91	Ciclohexeno, 1-metil-4-(1- metiletilideno)-	Monoterpeno	Apéndice 30

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información,
Tabla XXIV

Tabla LV. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 90 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	18,72	1R-.alfa.-Pineno	Monoterpeno	Apéndice 5
2	10,28	Biciclo[5,2.0]nonano, 4-metileno- 2,8,8-trimetil-2-vinil-	Sesquiterpeno	Apéndice 27
3	5,15	.alpha.-Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 4
4	3,98	Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 28
5	3,89	3-Careno	Monoterpeno	Apéndice 42
6	3,60	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a- octahidro-4a,8-dimetil-2-(1- metiletenil)-, [2R- (2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	Sesquiterpeno	Apéndice 33
7	3,26	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil-	Monoterpeno	Apéndice 19
8	3,00	12-Oxabiciclo[9.1.0]dodeca-3,7-dieno, 1,5,5,8-tetrametil-, [1R-(3E,7E,11R*)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 10

Continuación de la tabla LV.

9	2,44	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 12
10	2,07	Cyclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-	Monoterpeno	Apéndice 30

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, tabla XXV

Tabla LVI. **Composición química del aceite esencial de frutos para un tiempo de extracción de 120 minutos obtenida por GC-MS**

No.	Área (%)	Componente químico	Clasificación orgánica	Información adicional
1	9,21	1R-.alfa.-Pino	Monoterpeno	Apéndice 5
2	7,13	Biciclo[5.2.0]nonano, 4-metileno-2,8,8-trimetil-2-vinil-	Sesquiterpeno	Apéndice 27
3	6,29	3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil-	Monoterpeno	Apéndice 19
4	5,97	.alfa.-Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 4
5	4,54	Cariofileno	Sesquiterpeno	Apéndice 28
6	3,58	2,5-Dimetilhidroquinone	No terpenoide	Apéndice 13
7	3,55	Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletenil)-, [2R-(2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]	Sesquiterpeno	Apéndice 33
8	3,20	1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)]	Sesquiterpeno	Apéndice 12
9	2,78	3-Careno	Monoterpeno	Apéndice 42
10	2,38	1,4-Metanoazuleno-9-metanol, decahidro-4,8,8-trimetil-, [1S-(1.alfa.,3a.beta.,4.alfa.,8a.beta.,9R*)]-	Sesquiterpeno	Apéndice 8

Fuente: elaboración propia, con base en la recolección y ordenamiento de la información, Tabla XXVI

3.10. Análisis estadístico

Se analizó mediante un experimento de 2 factores y un análisis de Varianza, el efecto que tiene el factor de segmento del árbol y tiempo de extracción en el rendimiento extractivo, contenido de α -pineno, rendimiento volumétrico, índice de refracción y tiempo óptimo de extracción.

- Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés

Tabla LVII. Experimento de 2 factores para el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés

Factor A	Factor B				Total	Media
	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.		
hojas	0,0230	0,070	0,072	0,097	0,77	0,06
	0,0260	0,061	0,082	0,109		
	0,0170	0,053	0,074	0,082		
ramillas	0,0248	0,0438	0,0710	0,0775	0,66	0,05
	0,0083	0,0516	0,0608	0,1058		
	0,0244	0,0355	0,0766	0,0768		
frutos	0,1656	0,2464	0,2709	0,28907	2,92	0,24
	0,1899	0,21133	0,2445	0,35213		
	0,1560	0,2292	0,2443	0,3224		
Total	0,6350	1,00	1,20	1,51	8,69	
Media	0,0706	0,11	0,13	0,17		0,12

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla LVIII. **Análisis de Varianza de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Segmento del árbol	0,27189	2	0,135947	617,825	2,288E-21	3,403
Tiempo de extracción	0,04487	3	0,014957	67,975	7,11E-12	3,009
Interacción	0,00685	6	0,001141	5,186	0,00151	2,508
Dentro del grupo	0,00528	24	0,000220			
Total	0,32889	35				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

- Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés

Tabla LIX. **Experimento de 2 factores con una sola muestra por grupo para el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés**

Factor A	Factor B				Total	Media
	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.		
hojas	3,55	4,16	3,50	4,83	16,04	6,42
ramillas	0,37	2,43	2,45	3,10	8,35	3,34
frutos	23,93	32,34	18,72	9,21	84,20	33,68
Total	27,85	38,93	24,67	17,14	217,18	
Media	13,93	19,47	12,34	8,57		14,03

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla LX. **Análisis de Varianza de 2 factores con una sola muestra por grupo para el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Segmento del Árbol	871,512	2	435,7560	12,76	0,006897	5,1433
Tiempo de extracción	81,870	3	27,2899	0,7991	0,5379439	4,7571
Error	204,894	6	34,1489			
Total	1158,275	11				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

- Rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés

Tabla LXI. **Experimento de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés**

Factor A	Factor B				Total	Media
	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.		
hojas	0,030	0,080	0,090	0,100	0,90	0,08
	0,030	0,070	0,100	0,130		
	0,020	0,060	0,090	0,100		
ramillas	0,0300	0,0500	0,0800	0,0900	0,76	0,06
	0,0100	0,0600	0,0700	0,1200		
	0,0300	0,0400	0,0900	0,0900		
frutos	0,17	0,230	0,26	0,280	2,91	0,24
	0,16	0,210	0,3	0,330		
	0,14	0,230	0,3	0,300		
Total	0,62	1,03	1,38	1,54	9,14	
Media	0,07	0,11	0,15	0,17		0,13

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla LXII. **Análisis de Varianza de 2 factores con varias muestras por grupo para el rendimiento volumétrico del aceite esencial de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Segmento del árbol	0,24117	2	0,12059	549,50	9,07651E-21	3,403
Tiempo de extracción	0,05556	3	0,01852	84,400	6,85695E-13	3,009
Interacción	0,00656	6	0,00109	4,98312	0,001923451	2,508
Dentro del grupo	0,00527	24	0,00022			
Total	0,30856	35				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

- Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés

Tabla LXIII. **Experimento de 2 factores con una sola muestra por grupo para el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés**

Factor A	Factor B				Total	Media
	30 min.	60 min.	90 min.	120 min.		
hojas	1,4630	1,4825	1,4860	1,4905	5,92	2,37
ramillas	1,4820	1,4830	1,4850	1,4860	5,94	2,37
frutos	1,4720	1,4755	1,4760	1,4770	5,90	2,36
Total	4,42	4,44	4,45	4,45	35,52	
Media	2,21	2,22	2,22	2,23		2,29

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla LXIV. **Análisis de Varianza de 2 factores con una sola muestra por grupo para el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Segmento del Árbol	0,00016	2	7,994E-05	2,2718	0,184	5,1433
Tiempo de extracción	0,00025	3	8,452E-05	2,402	0,166	4,7571
Error	0,00021	6	3,519E-05			
Total	0,00062	11				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

- Tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés

Tabla LXV. **Experimento de 1 factor para el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
hojas	1	168,30	168,30	0
ramillas	1	164,39	164,39	0
frutos	1	108,03	108,03	0

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Tabla LXVI. **Análisis de Varianza de 1 factor para el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2274,7	2	1137,4	65535	0,0001	0
Dentro de los grupos	0	0	65535			
Total	2274,7	2				

Fuente: elaboración propia, con base en las técnicas cuantitativas de la investigación.

Según los resultados del Análisis de Varianza (ANOVA), para evaluar el rechazo de cada una de las hipótesis estadísticas planteadas, se seguirá una distribución de Fisher con un nivel de confianza del 95% para encontrar la F crítica, y compararla con la F calculada siguiendo el siguiente criterio:

- Si la F calculada es mayor a la F crítica se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.
- Si la F calculada es menor que la F crítica se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan en tablas y gráficas los resultados de rendimiento extractivo, contenido de α -pineno, diferencia absoluta del índice refracción y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés.

Tabla LXVII. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)	$\pm \sigma$
30	0,0220	0,0046
60	0,0614	0,0087
90	0,0760	0,0053
120	0,0960	0,0135

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXIV.

Tabla LXVIII. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de ramillas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)	$\pm \sigma$
30	0,0192	0,0094
60	0,0436	0,0081
90	0,0695	0,0080
120	0,0867	0,0165

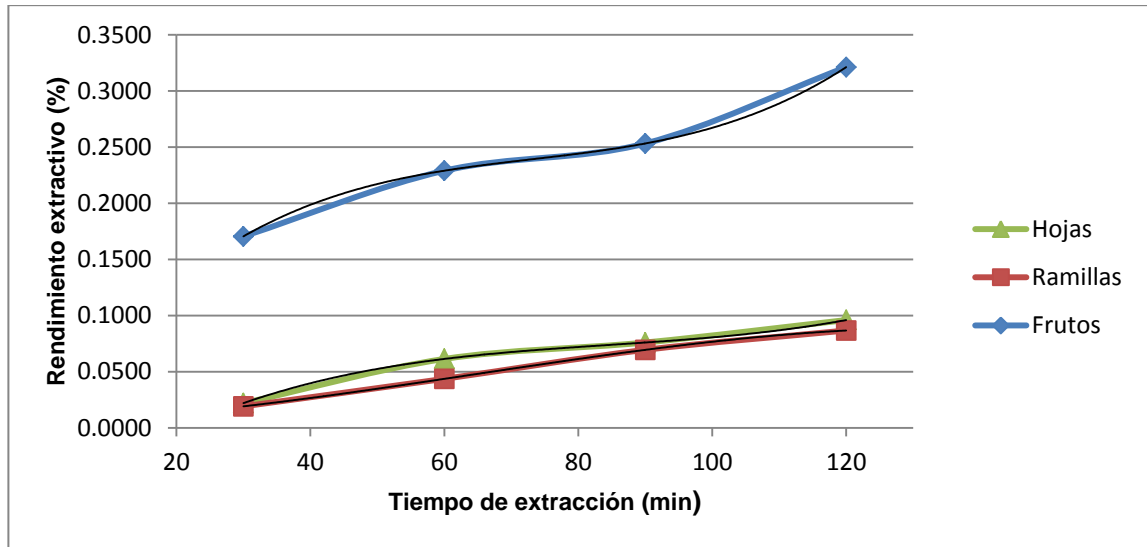
Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXV.

Tabla LXIX. **Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de frutos a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Rendimiento extractivo (%)	$\pm \sigma$
30	0,1705	0,0175
60	0,2290	0,0175
90	0,2532	0,0153
120	0,3212	0,0316

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XXXVI.

Figura 11. Rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción



Fuente: elaboración propia, con base en los resultados, tabla LXVII, LXVII, LXIX.

Tabla LXX. Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos

Color	Segmento del árbol	Modelo matemático	R ²
	hojas	$R.E = 2E-07 t^3 - 5E-05 t^2 + 0,0044 t - 0,0722$	1
	ramillas	$R.E = -6E-08 t^3 + 1E-05 t^2 + 0,0001 t + 0,006$	1
	frutos	$R.E = 5E-07 t^3 - 0,0001 t^2 + 0,0084 t - 0,0001$	1

Fuente: elaboración propia, con base en los resultados, figura 11.

Tabla LXXI. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Contenido de α-pineno (% Área)
30	3,55
60	4,16
90	3,50
120	4,83

Fuente: tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XLV, XLVI, XLVII, XLVIII.

Tabla LXXII. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de ramillas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Contenido de α-pineno (% Área)
30	0,37
60	2,43
90	2,45
120	3,10

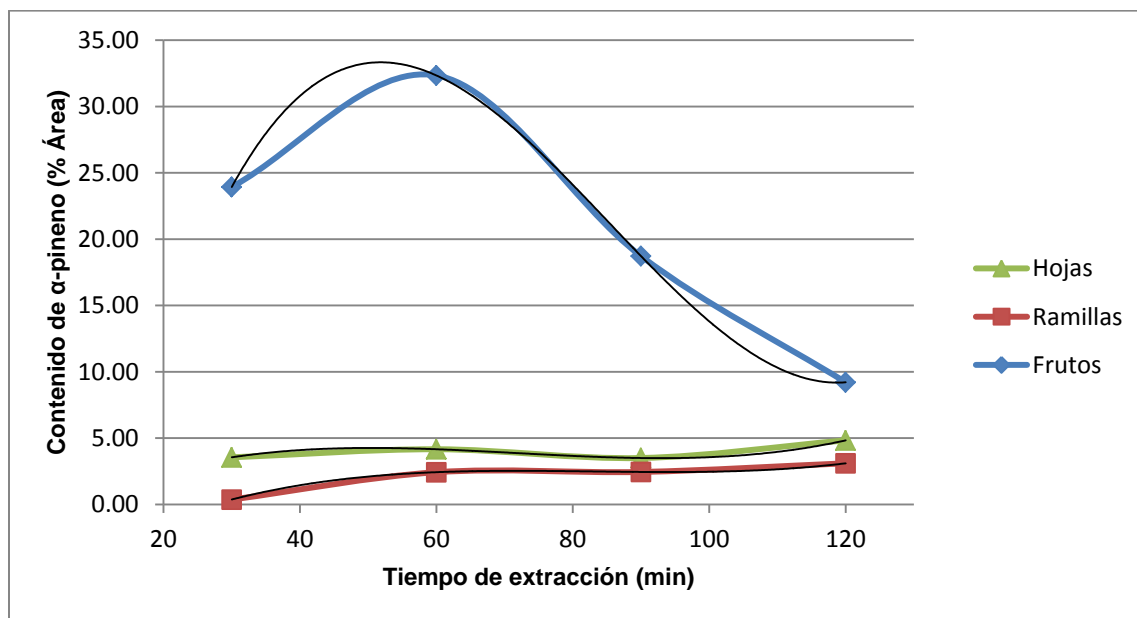
Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XLIX, L, LI, LII.

Tabla LXXIII. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de frutos a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Contenido de α -pineno (% Área)
30	23,93
60	32,34
90	18,72
120	9,21

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla LIII, LIV, LV, LVI.

Figura 12. **Contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos a diferentes tiempos de extracción**



Fuente: elaboración propia, con base en los resultados, tabla LXXI, LXXII, LXXIII.

Tabla LXXIV. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de α -pineno en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos**

Color	Segmento del árbol	Modelo matemático	R ²
	hojas	α -pineno = $2E-05 t^3 - 4,3E-03 t^2 + 0,2831 t - 1,59$	1
	ramillas	α -pineno = $2E-05 t^3 - 0,0041 t^2 + 0,3338 t - 6,4$	1
	frutos	α -pineno = $2E-04 t^3 - 4,13E-02 t^2 + 2,9793 t - 32,65$	1

Fuente: elaboración propia, con base en los resultados, figura 12.

Tabla LXXV. **Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de las hojas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Diferencia absoluta en Índice de Refracción
30	0,0085
60	0,0110
90	0,0145
120	0,0190

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XLI.

Tabla LXXVI. **Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de las ramillas a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Diferencia absoluta en Índice de Refracción
30	0,0105
60	0,0115
90	0,0135
120	0,0145

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XLII.

Tabla LXXVII. **Diferencia absoluta en el valor teórico y experimental de Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de los frutos a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo de extracción (min)	Diferencia absoluta en Índice de refracción
30	0,0005
60	0,0040
90	0,0045
120	0,0055

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XLIII.

Tabla LXXVIII. **Tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) para hojas, ramillas y frutos**

Segmento del árbol	Modelo matemático	Tiempo óptimo de extracción (min)
hojas	$R.Vol = 8E-08 t^3 - 3E-05 t^2 + 0,0033 t - 0,05$	168,30
ramillas	$R.Vol = - 8E-08 t^3 + 2E-05 t^2 - 9E-05 t + 0,0133$	164,39
frutos	$R.Vol = -3E-07 t^3 + 5E-05 t^2 - 0,0003 t + 0,13$	108,03

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XL.

Tabla LXXIX. **Análisis de los coeficientes del modelo matemático obtenido del rendimiento volumétrico en función del tiempo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas, ramillas y frutos**

Segmento del árbol	a	b	c	d	R²
hojas	8,00E-08	-3,00E-05	3,30E-03	-0,05	1
ramillas	-8,00E-08	2,00E-05	-9,00E-05	0,01	1
frutos	-3,00E-07	5,00E-05	-3,00E-04	0,13	1

Fuente: elaboración propia, con base en la tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información, tabla XL.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En presente trabajo a nivel de tesis, se evaluó el rendimiento extractivo, contenido de α -pineno, tiempo óptimo de extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos, mediante el método de Hidrodestilación a nivel laboratorio.

La materia vegetal se obtuvo de la plantación de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) de la finca Xejolón ubicada en el municipio de Patzún del departamento de Chimaltenango; perteneciente al altiplano de Guatemala. Esta finca se encuentra ubicada a una altura de 2000 a 2500 metros sobre el nivel del mar, el clima de esta región es húmedo y frío. Se recolectaron las ramas procedentes de las podas y raleos de la plantación de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con una edad de 10 años y a una altura de 2400 metros sobre el nivel del mar y con ello se procedió a clasificar en hojas, ramillas y frutos.

La materia prima se preparó para realizar la extracción de aceite esencial, esta preparación consistió en la disminución de tamaño mediante un molino de cuchillas proveído por la empresa Hongos S.A. Seguidamente se realizó la granulometría a los 3 diferentes segmentos del árbol, en las tablas XXXI, XXXII y XXXIII se encuentra la granulometría de las hojas, ramillas y frutos, respectivamente. En ellas se puede observar el porcentaje de retención que se obtuvo en cada tamiz. El tándem de tamices se encuentra entre el tamiz No.8 y el tamiz No.30.

En la figura 6 se observa gráficamente la distribución que se tiene de las hojas de ciprés, en el tándem de tamices. Distribuyéndose el material entre el tamiz No. 8 al No.16 mayormente; siendo el tamiz No. 12 el que presenta un mayor porcentaje de retención con un $32,46 \pm 1,78$ por ciento. En la figura 7 se observa gráficamente la distribución que se tiene de las ramillas de ciprés, en el tándem de tamices. Distribuyéndose el material entre el tamiz No. 8 al No.20 mayormente; siendo el tamiz No. 8 el que presenta un mayor porcentaje de retención con un $36,60 \pm 0,27$ por ciento. En la Figura 8 se observa gráficamente la distribución que se tiene de los frutos de ciprés, en el tándem de tamices. Distribuyéndose el material entre el tamiz No. 8 al No.16 mayormente; siendo el tamiz No. 8 el que presenta un mayor porcentaje de retención con un $24,69 \pm 4,08$ por ciento.

Los valores obtenidos del porcentaje de humedad se encuentran en las tablas XXVIII, XXIX y XXX para las hojas, ramillas y frutos, respectivamente, estos valores fueron medidos mediante la balanza de humedad ubicada en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE). Para el segmento hojas, se obtuvo que el porcentaje de humedad en promedio se encuentra entre 56,03 a 56,39 por ciento, siendo el mayor valor correspondiente a la extracción de 90 minutos. Para el segmento ramillas se obtuvo que el porcentaje de humedad en promedio se encuentra entre 53,90 a 54,28 por ciento, siendo el mayor valor correspondiente a la extracción de 120 minutos. Para el segmento frutos se obtuvo que el porcentaje de humedad en promedio se encuentra entre 52,76 a 57,65 por ciento, siendo el mayor valor correspondiente a la extracción de 120 minutos.

En las tablas LXVII, LXVIII y LXIX, se puede observar el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas, ramillas y frutos a 30, 60, 90 y 120 minutos de extracción. Estas 3 tablas se encuentran

representadas gráficamente en la figura 11, en ella se observa que para los 3 segmentos de árbol, se obtiene un aumento en el rendimiento extractivo a medida que aumenta el tiempo de extracción, obteniendo así una tendencia positiva y mediante los modelos matemáticos se obtuvo una correlación matemática de grado 3 para los tres segmentos del árbol

El mayor valor de rendimiento extractivo para las hojas fue de $0,096 \pm 0,01$ por ciento y corresponde al tiempo de extracción de 120 minutos. Con respecto a las ramillas, el mayor valor obtenido fue de $0,087 \pm 0,02$ por ciento correspondiente al tiempo de extracción de 120 minutos. Para el segmento fruto el valor mayor obtenido fue de $0,3212 \pm 0,032$ por ciento correspondiente a un tiempo de extracción de 120 minutos. Al momento de analizar y comparar estos valores matemáticamente, así como gráficamente, se observa una diferencia significativa entre el rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido en el segmento de frutos a los valores obtenidos en los segmentos hojas y ramillas. Determinando que el mayor rendimiento extractivo de todos los tratamientos se obtuvo en el segmento fruto para un tiempo de 120 minutos.

En las tablas LVII y LVIII, se encuentra el análisis estadístico realizado para la variable del rendimiento extractivo, en donde se evaluó si existe diferencia significativa entre el rendimiento extractivo en base al segmento del árbol y en función al tiempo de extracción. Al comparar el valor de la F calculada con el valor de la F crítica, se determinó con un nivel de confianza del 95 por ciento que existe diferencia significativa del rendimiento extractivo en función del segmento del árbol, también que existe una diferencia significativa en el rendimiento extractivo en función del tiempo de extracción. Es decir, el valor del rendimiento extractivo depende tanto del segmento del árbol como del tiempo de extracción que se utilicen en la metodología.

En las tablas LXXI, LXXII y LXXIII, se puede observar el valor del contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas, ramillas y frutos a 30, 60, 90 y 120 minutos de extracción. Estas 3 tablas se encuentran representadas gráficamente en la figura 12, en ella se observa que para los 3 segmentos de árbol se obtiene un aumento en el rendimiento extractivo a medida que aumenta el tiempo de extracción, obteniendo así una tendencia positiva y mediante los modelos matemáticos se obtuvo una correlación matemática de grado 3, para los 3 segmentos del árbol. Cabe destacar que el componente α -pineno, es el componente mayoritario en el aceite esencial de frutos, como metabolitos secundarios se encuentran monoterpenos y sesquiterpenos. En el aceite esencial de hojas y ramillas los componentes principales son sesquiterpenos como el Isodeleno y Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil).

El mayor valor de contenido de α -pineno para el aceite esencial obtenido del segmento hojas fue de 4,83 por ciento correspondiente a un tiempo de extracción de 120 minutos. Con respecto al aceite esencial de ramillas, el mayor valor obtenido fue de 3,10 por ciento correspondiente a un tiempo de extracción de 120 minutos. Para el aceite esencial de frutos el valor mayor obtenido fue de 32,34 por ciento correspondiente a un tiempo de extracción de 60 minutos. Al momento de analizar y comparar estos valores matemáticamente, así como gráficamente se observa una diferencia significativa entre contenido de α -pineno obtenido en el segmento de frutos a los valores obtenidos en los segmentos hojas y ramillas. Determinando que el mayor valor de contenido de α -pineno de todos los tratamientos se obtuvo en el aceite esencial de frutos para un tiempo de 60 minutos.

En las tablas LIX y LX, se encuentra el análisis estadístico realizado para la variable de estudio de contenido de α -pineno, en donde se evaluó si existe

diferencia significativa entre el contenido de α -pineno en base al segmento del árbol y en función al tiempo de extracción. Al comparar el valor de la F calculada con el valor de la F crítica, se determinó con un nivel de confianza del 95 por ciento que existe diferencia significativa del contenido de α -pineno en función del segmento del árbol. Y no difiere significativamente en función del tiempo de extracción. Es decir, el valor del contenido de α -pineno solamente depende del segmento del árbol.

En las tablas LXXV, LXXVI y LXVII, se puede observar la diferencia absoluta en el valor teórico y experimental del Índice de refracción del aceite esencial de ciprés; obtenido de las hojas, ramillas y frutos a 30, 60, 90 y 120 min de extracción. La diferencia absoluta menor entre valor teórico y experimental del Índice de refracción del aceite esencial obtenido de hojas fue de 0,0085. Para el aceite esencial obtenido de ramillas fue de 0,0105 y para el aceite esencial del segmento frutos fue de 0,0005; estos tres valores corresponden a un tiempo de extracción de 30 minutos. Al momento de analizar y comparar estos valores se determinó que el menor valor de diferencia absoluta de todos los tratamientos, se obtuvo en el aceite esencial del segmento frutos para un tiempo de extracción de 30 minutos.

En las tablas LXIII y LXIV, se encuentra el análisis estadístico realizado para la variable de estudio de Índice de refracción, en donde se evaluó si existe diferencia significativa entre el Índice de refracción en base al segmento del árbol y en función al tiempo de extracción. Al comparar el valor de la F calculada con el valor de la F crítica, se determinó con un nivel de confianza del 95 por ciento que no existe diferencia significativa del Índice de refracción en función al segmento del árbol, también se determinó que no existe una diferencia significativa en el Índice de refracción en función al tiempo de

extracción. Es decir, el valor del Índice de refracción no depende ni del segmento del árbol, ni el tiempo de extracción.

En la tabla LXXVIII, se puede observar el valor del tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés obtenido de las hojas, ramillas y frutos. Estos valores fueron obtenidos mediante la derivación e igualación a cero de un modelo matemático que relaciona el rendimiento volumétrico con el tiempo de extracción. Obteniendo un tiempo óptimo de extracción de 168,30minutos, 164,39minutos y 108,30minutos para las hojas, ramillas y frutos respectivamente. Al analizar estos valores se determina que el tiempo óptimo de extracción para las hojas y ramillas se encuentra extrapolado del modelo matemático.

En las tablas LXV y LXVI, se encuentra el análisis estadístico realizado para la variable de estudio de tiempo óptimo de extracción, en donde se evaluó si existe diferencia significativa entre el valor de tiempo óptimo de extracción en función al segmento del árbol. Al comparar el valor de la F calculada con el valor de la F crítica, se determinó con un nivel de confianza del 95 por ciento que si existe diferencia significativa en el tiempo óptimo de extracción en función del segmento al árbol. Es decir, el valor tiempo óptimo de extracción depende del segmento al árbol.

En la tabla LXIX, se pueden observar los valores de los coeficientes que corresponden a los modelos matemáticos determinados en la tabla LXXVIII. Al momento de comparar dichos valores matemáticamente, se determina que la diferencia en los valores del rendimiento volumétrico del aceite esencial obtenido de hojas, ramillas y frutos se debe a que el coeficiente a y d con valores de $-3,00E-07$ y $0,13$ respectivamente, correspondientes a los frutos son significativamente mayores a los valores de los otros segmentos.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvo satisfactoriamente la evaluación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de hojas, ramillas y frutos mediante el método de Hidrodestilación a nivel laboratorio.
2. Existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
3. El mayor valor de rendimiento extractivo del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) fue de $0,32 \pm 0,03$ por ciento obtenido de frutos, correspondiente al tiempo de extracción mayor.
4. Existe diferencia significativa en el contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) con base en el segmento del árbol y no existe en función al tiempo de extracción.
5. El mayor valor de contenido de α -pineno del aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) fue de 32,34 por ciento obtenido de frutos, correspondiente al tiempo de extracción intermedio.
6. El α -pineno es el componente mayoritario en el aceite esencial de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) obtenido de los frutos. Con respecto al aceite esencial obtenido de hojas y ramillas están presente mayormente sesquiterpenos.

7. No existe diferencia significativa en el Índice de Refracción del aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill) con base en el segmento del árbol y en función al tiempo de extracción.
8. El valor experimental de Índice de Refracción más cercano al valor referido en la literatura, corresponde al aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill)obtenido defrutos para el menor tiempo de extracción.
9. Existe diferencia significativa en el tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill)con base en el segmento del árbol.
10. El tiempo óptimo proyectado de extracción de aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill)para los frutos es de 108,30minutos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar extracciones de aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill) en frutos seleccionando otras variables independientes para comparar los resultados con este estudio.
2. Realizar extracciones de aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill) para frutos en el lugar de recolección de la materia prima para comparar los resultados con este estudio.
3. Realizar el escalamiento hacia un nivel piloto de las extracciones de aceite esencial de ciprés(*Cupressus lusitánica* Mill) en frutos para comparar los resultados de este estudio.
4. Realizar investigaciones en Guatemala en la temática de aceites esenciales de diversas especies forestales, dado que esta temática ha presentado un crecimiento significativo en los últimos 10 años.

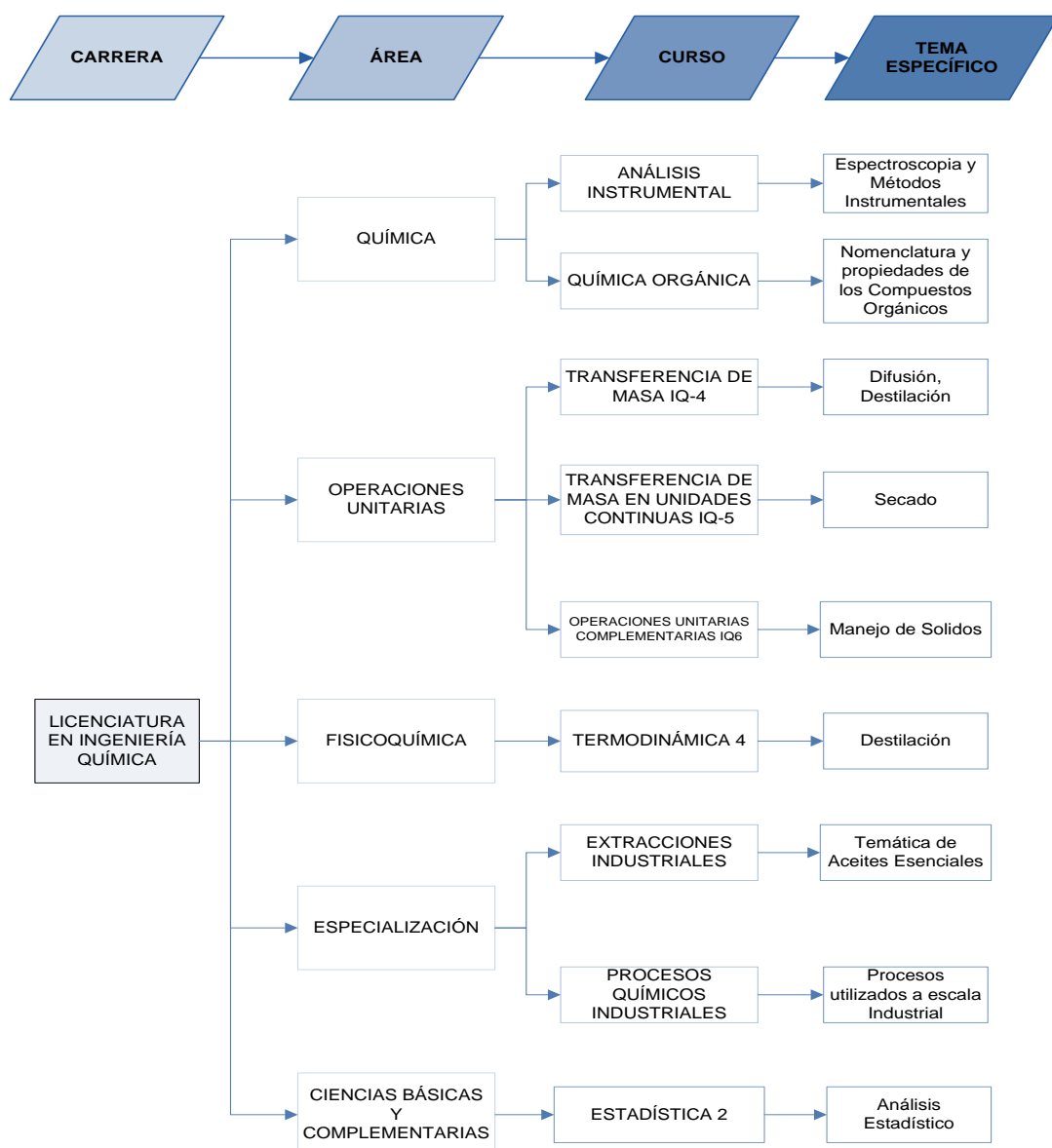
BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS R.P. et al. *Comparación del aceite esencial de hojas y las huellas genéticas de ADN entre Cupressus lusitánica Mill, Cupressus arizonica Greene, Cupressus benthamii Endl y Cupressus lindleyi Klotz: estudio de investigación*. Estados Unidos: Journal of essential oil research, 1997. 309 p.
2. ÁLVAREZ, Livia. *Extracción de metabolitos solubles en dióxido de carbono en condiciones supercríticas a partir de hojas deshidratadas de espinaca (Spinacia oleracea)*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 97p.
3. CARMO, Maria Margarida, et al. *El aceite esencial del ciprés (Cupressus lusitánica Mill): estudio de investigación*. Portugal: Flavor and Fragrances Journal, 1989. 186 p.
4. FURIA, Thomas E. et al. *Fenaroli's Handbook of flavor ingredients*. 2a ed. Vol. I. Boca Raton: CRC Press, 1975. 384 p.
5. HASSANZADEH, Sara. *Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas del ciprés (Cupressus lusitánica Mill): estudio de investigación*. Monteverde, Costa Rica: Pharmacognosy Research, 2010. 65p.

6. KUIATE, Junior. *Composición química y propiedades antidermatofíticas del aceite esencial de las hojas, flores y frutos del ciprés(Cupressus lusitánica Mill): estudio de investigación*. Camerún: Flavor and Fragrances Journal, 2006. 160 p.
7. MÉRIDA, Marco. *Monitoreo de calidad en los resultados de los ensayos de densidad e índice de refracción realizados en el LIEXVE del Centro de Investigaciones de Ingeniería USAC*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 142 p.
8. ORTUÑO, Manuel. *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Adyana, 2006. 271 p.
9. PARRY, Ernes. *The chemistry of essential oils and artificial perfumes*. 4a ed. Londres: Broadway Ludgate, 1922. 365 p.
10. STANDLEY, Paul et al. *Flora of Guatemala*. Chicago, Estados Unidos: Chicago Natural History Museum, 1958. Vol. 24, Parte I. 498 p.
11. TISSERAND, Robert. *El arte de la Aromaterapia (Aceites esenciales y masajes para la cura del cuerpo y la mente)*. España: Paidós Ibérica. 1994. 334 p.

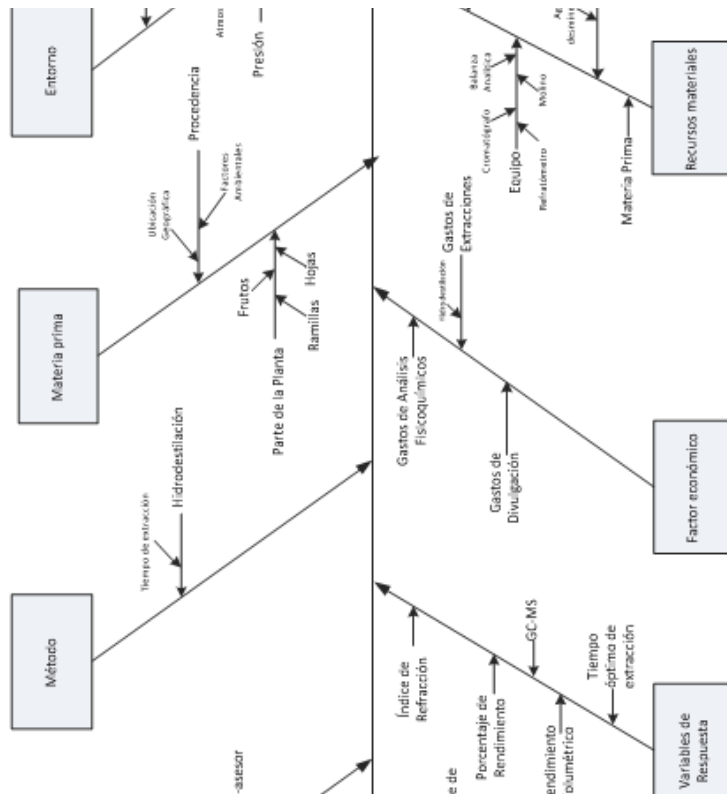
APÉNDICES

1. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

2. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

3. Recolección de la materia prima de ciprés en la finca Xejolón, Patzún, Chimaltenango



Fuente: finca Xejolón, Patzún, Chimaltenango
Continuación del apéndice 3.



Fuente: finca Xejolón, Patzún, Chimaltenango

4. Preparación de la materia prima de ciprés



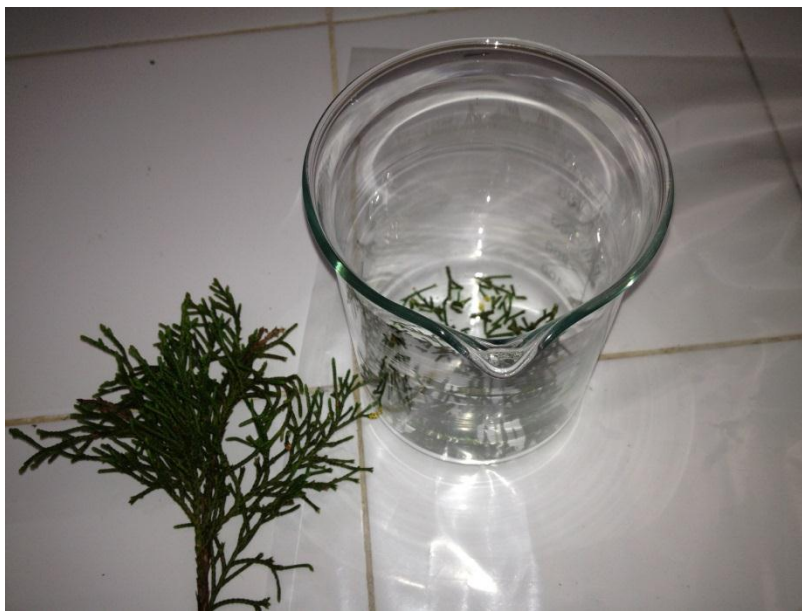
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Continuación del apéndice 4.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Continuación del apéndice 4.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Continuación del apéndice 4.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

5. **Granulometría de la materia prima de ciprés**



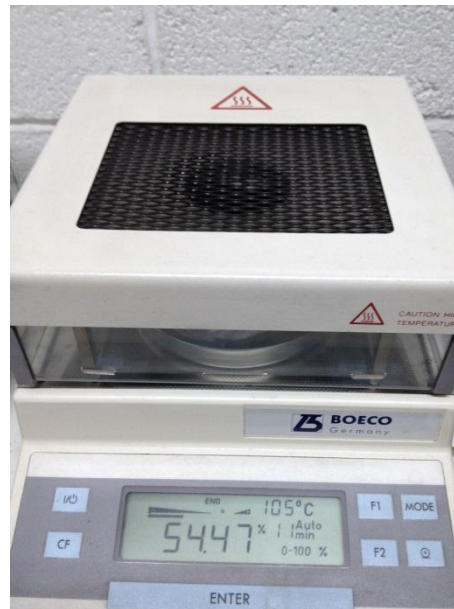
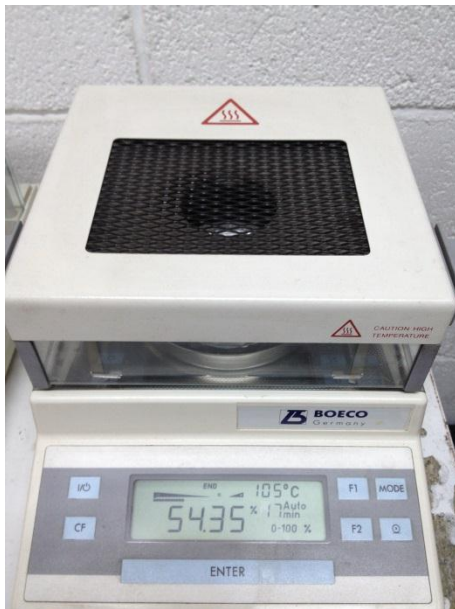
Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Continuación del apéndice 5.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

6. Medición del porcentaje de humedad de la materia prima de ciprés



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

7. **Extracción del aceite esencial de ciprés de las hojas, ramillas y frutos**

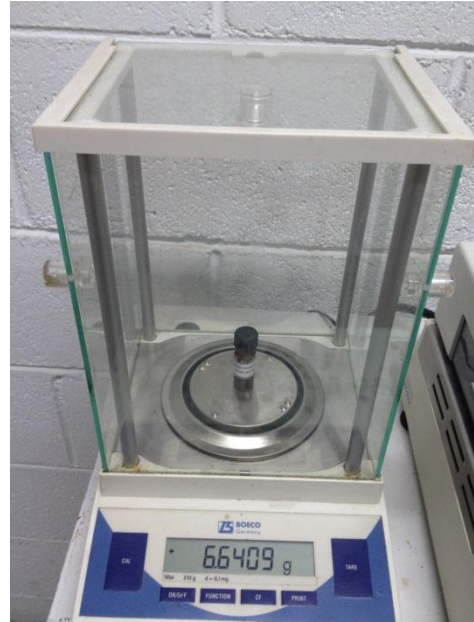
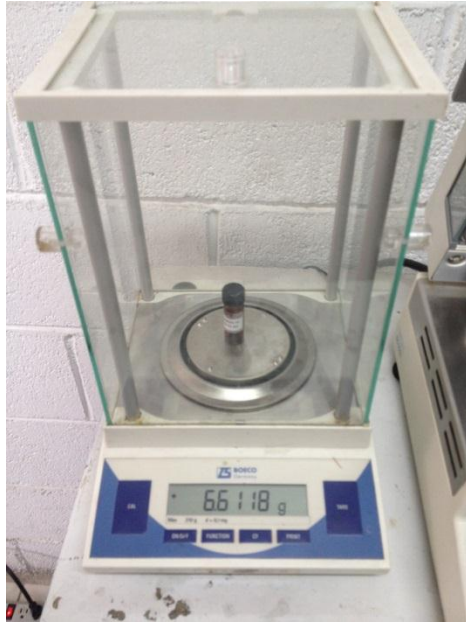


Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.
Continuación del apéndice 7.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Continuación del apéndice 7.



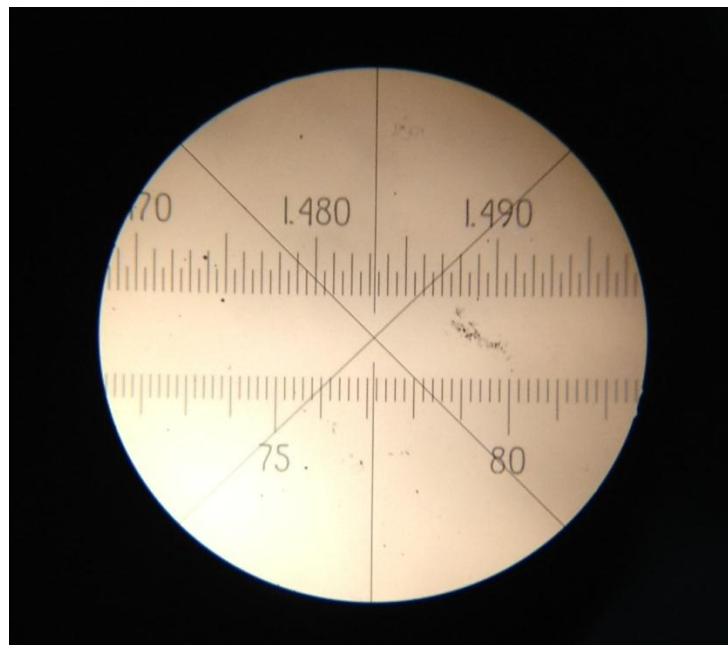
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

8. Medición del Índice de Refracción



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Continuación del apéndice 8.

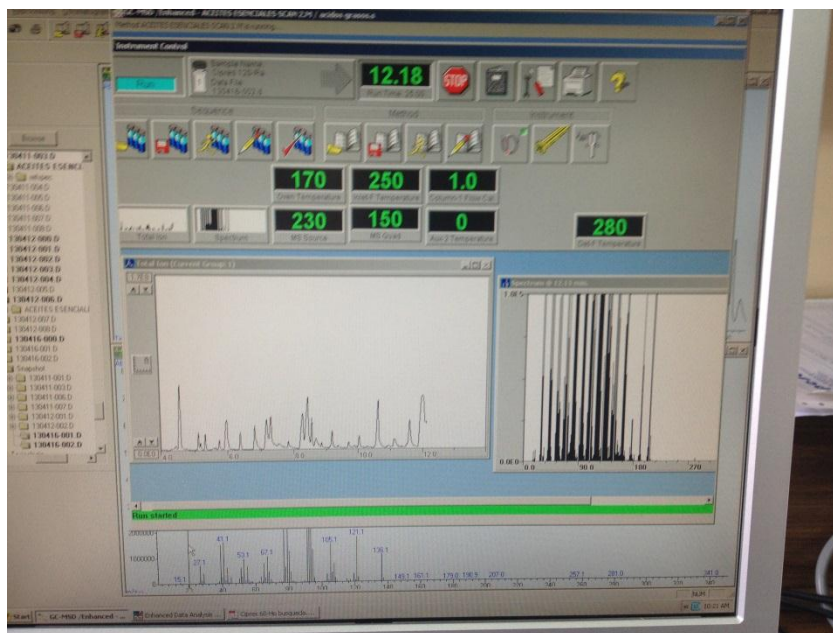
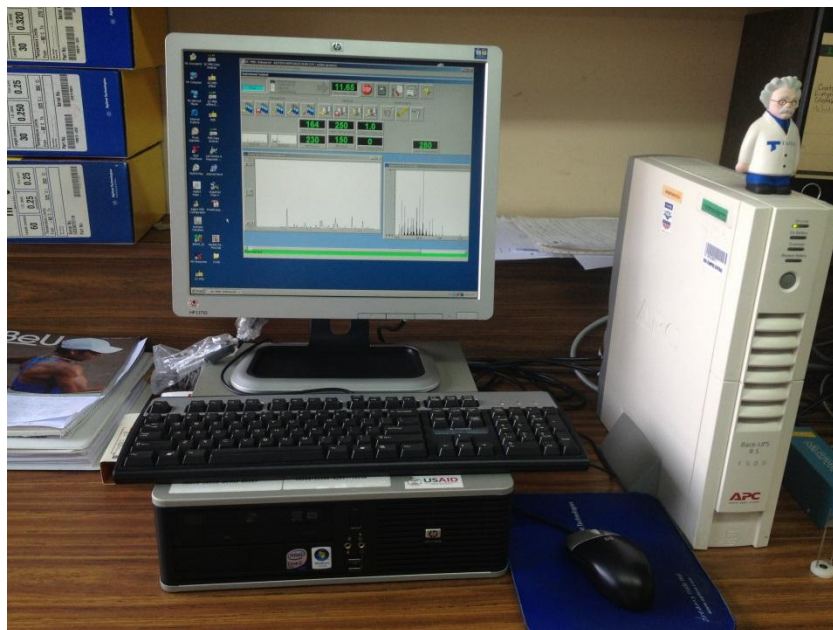


Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

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



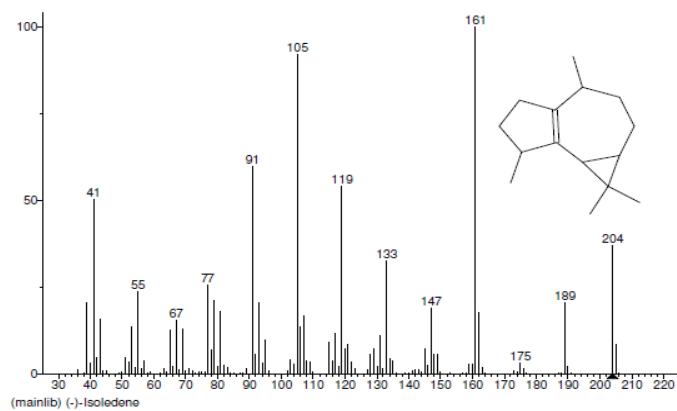
Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.
Continuación del apéndice 9.



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

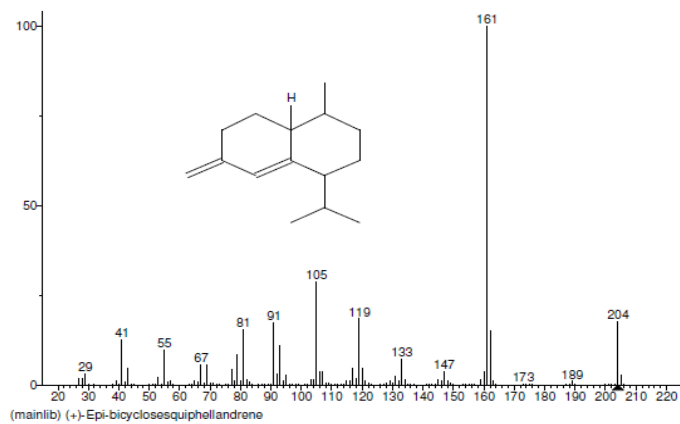
ANEXOS

1. Espectro de masas del compuesto Isodeleno



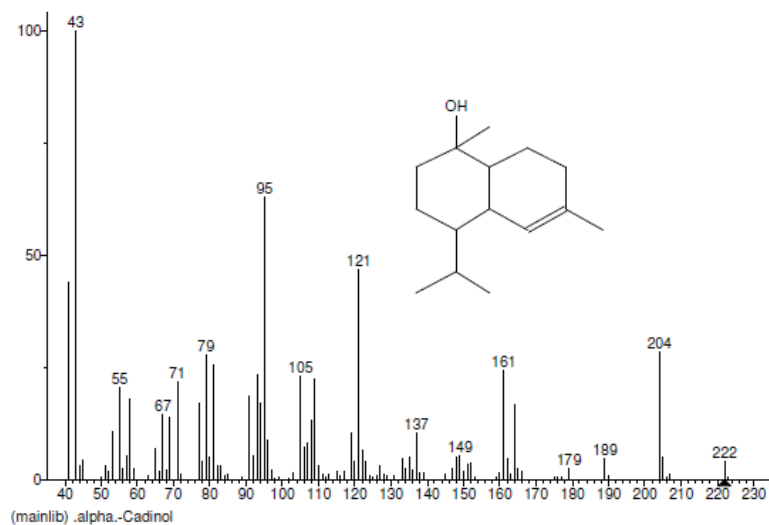
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

2. Espectro de masas del compuesto +Epi-biciclo sesquifelandreno



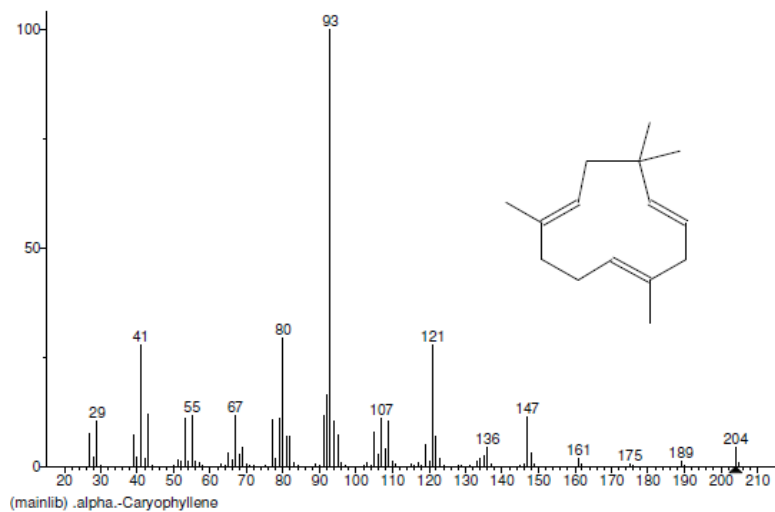
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

3. Espectro de masas del compuesto Alfa-Cadinol



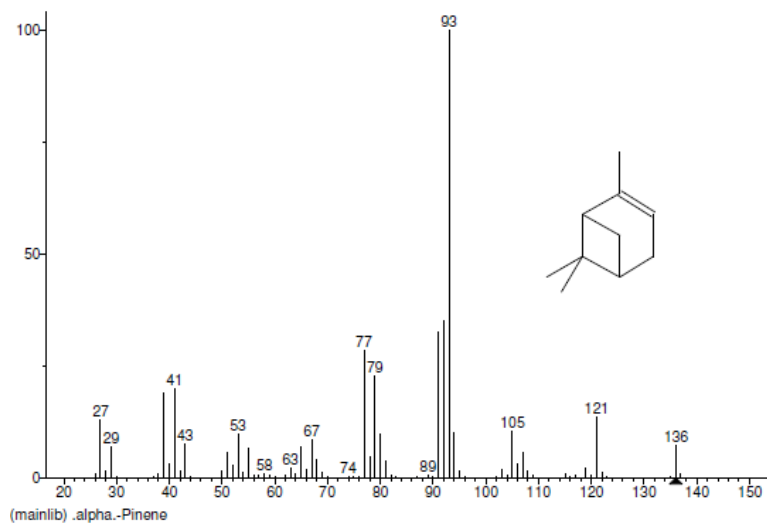
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

4. Espectro de masas del compuesto Alfa-Cariofileno



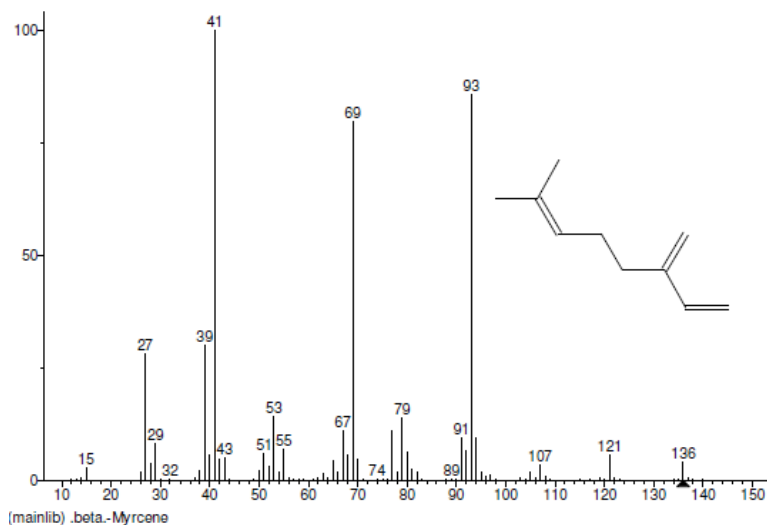
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

5. Espectro de masas del compuesto Alfa-Pineno



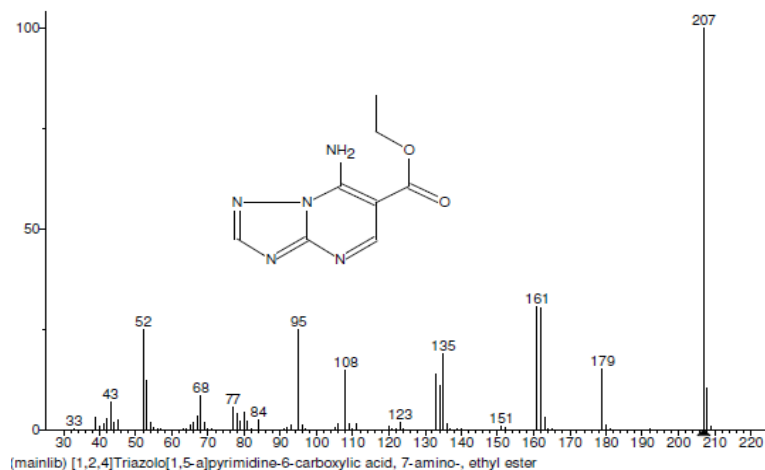
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

6. Espectro de masas del compuesto Beta-Mirceno



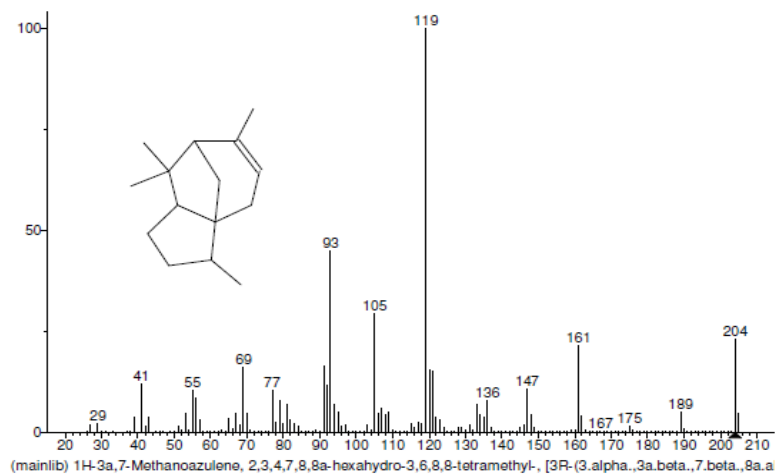
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

7. **Espectro de masas del compuesto [1,2,4]Triazolo[1,5-a] pirimidina-6-acido carboxilico, 7-amino-, etilester**



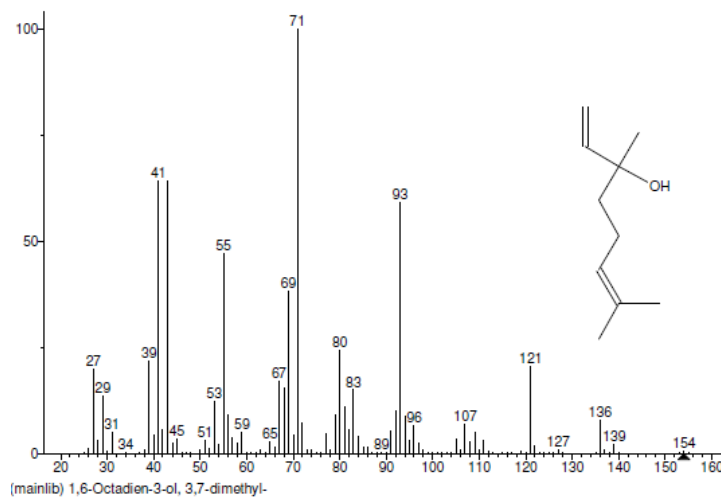
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

8. **Espectro de masas del compuesto 1H-3a,7-Metanoazuleno,2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R (3.alfa.,3a.beta.,7.beta.,8a.alfa.)**



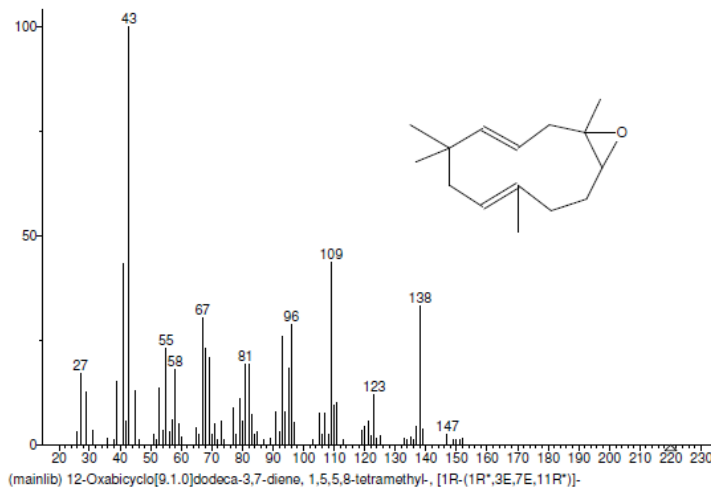
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

9. **Espectro de masas del compuesto 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimetil-**



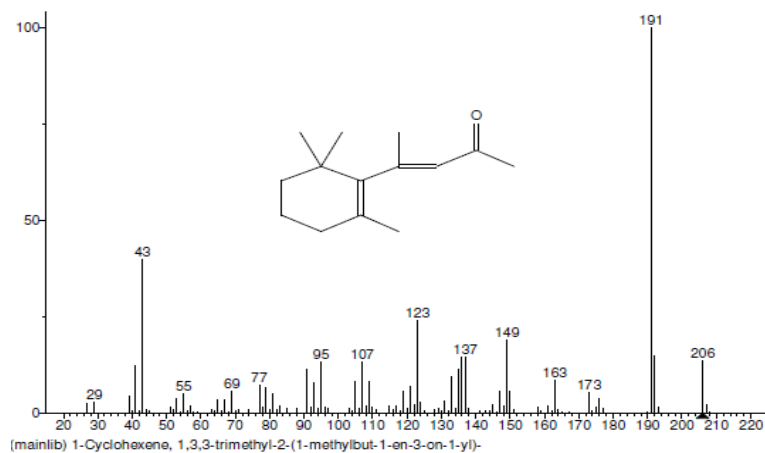
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

10. **Espectro de masas del compuesto 12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-dieno, 1,5,5,8-tetrametil-, [1R-(1R*,3E,7E,11R*)]-**



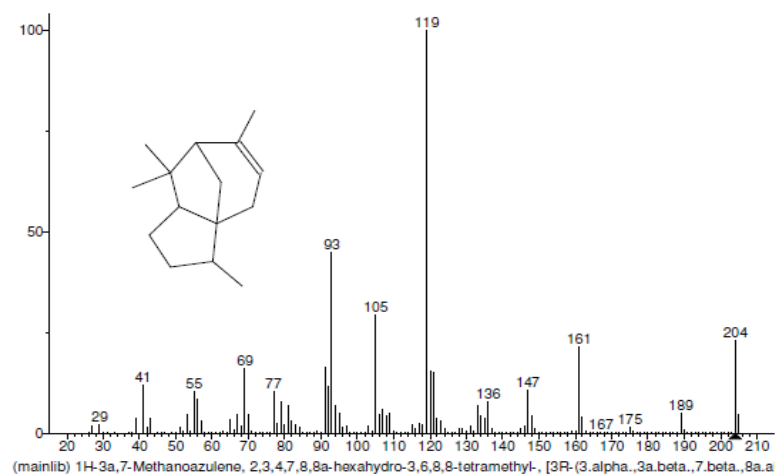
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

11. **Espectro de masas del compuesto 1-Ciclohexano, 1,3,3-trimetil-2-(1-metilbut-1-en-3-on-1-yl)-**



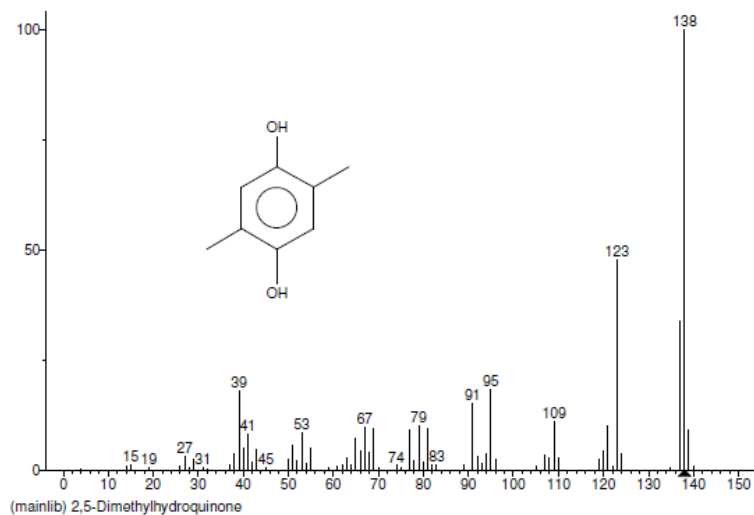
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

12. **Espectro de masas del compuesto 1H-3a,7-Metanoazuleno, 2,3,4,7,8,8a-hexahidro-3,6,8,8-tetrametil-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-**



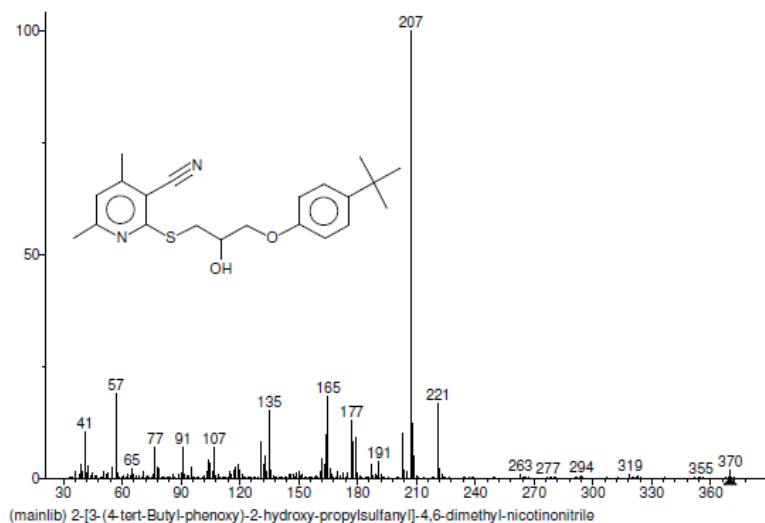
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

13. Espectro de masas del compuesto 2,5-Dimetilhidroquinone



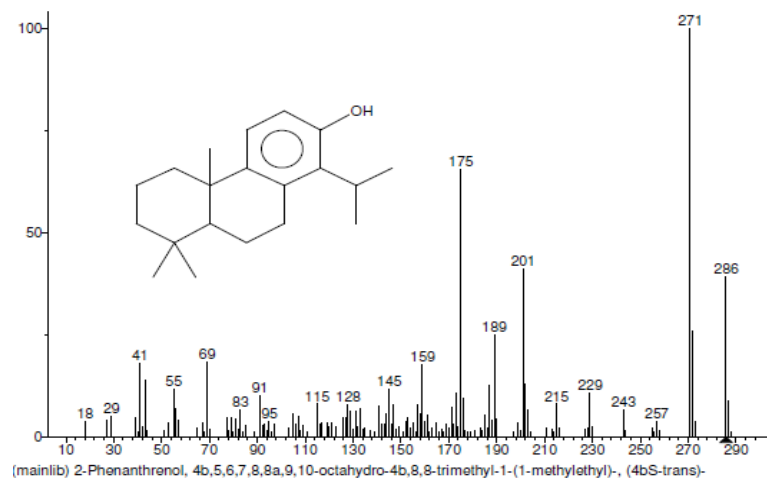
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

14. Espectro de masas del compuesto 2-[3-(4-tert-Butil-fenoxi)-2-hidroxi-propilsulfanyl]-4,6-dimetil-nicotinonitrilo



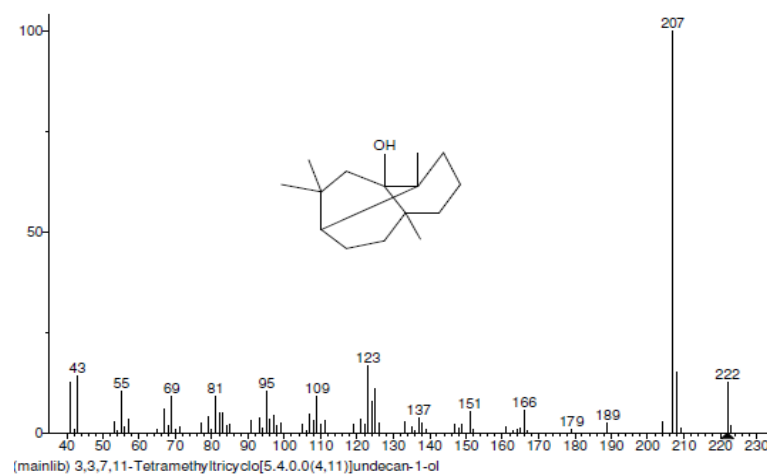
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

15. **Espectro de masas del compuesto 2-Fenantrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahidro-4b,8,8-trimetil-1-(1-metiletil)-, (4bS-trans)-**



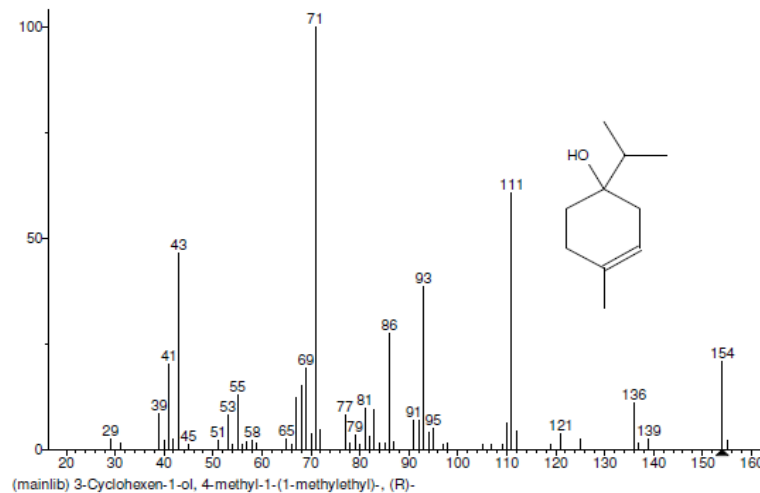
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

16. **Espectro de masas del compuesto 3,3,7,11-Tetrametiltriciclo[5.4.0.0(4,11)]undecan-1-ol**



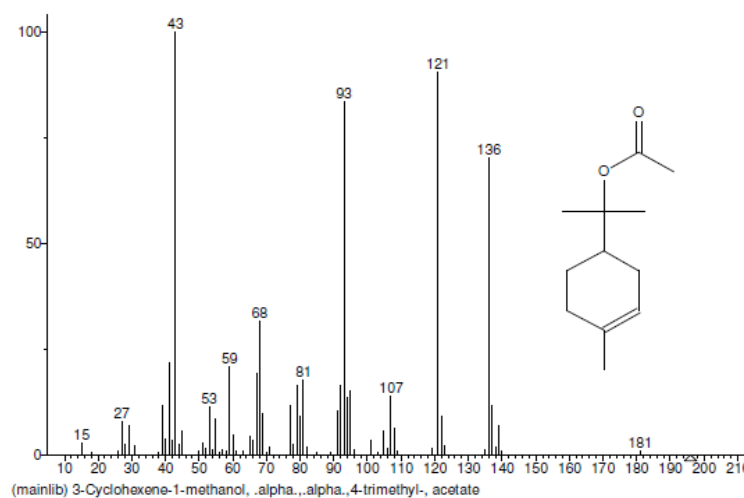
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

17. **Espectro de masas del compuesto 3-Ciclohexan-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil)-, (R)-**



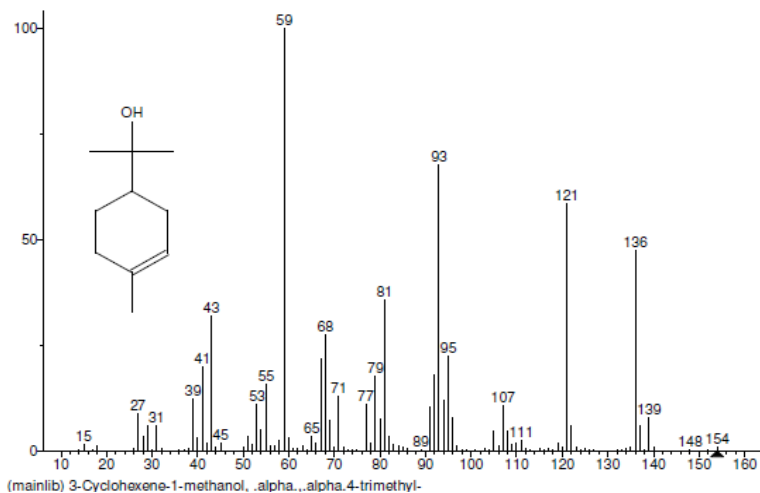
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

18. **Espectro de masas del compuesto 3-Ciclohexeno -1-metanol, alfa.,.alfa.,4-trimetil-, acetato**



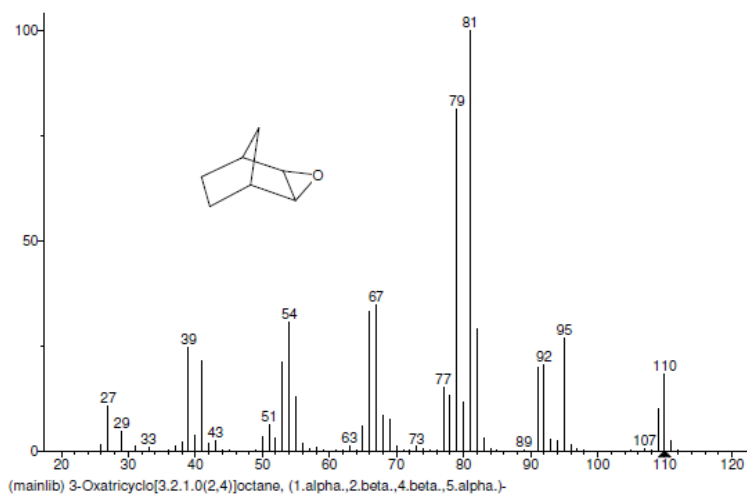
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

19. **Espectro de masas del compuesto 3-Ciclohexeno-1-metanol, .alfa.,.alfa.4-trimetil**



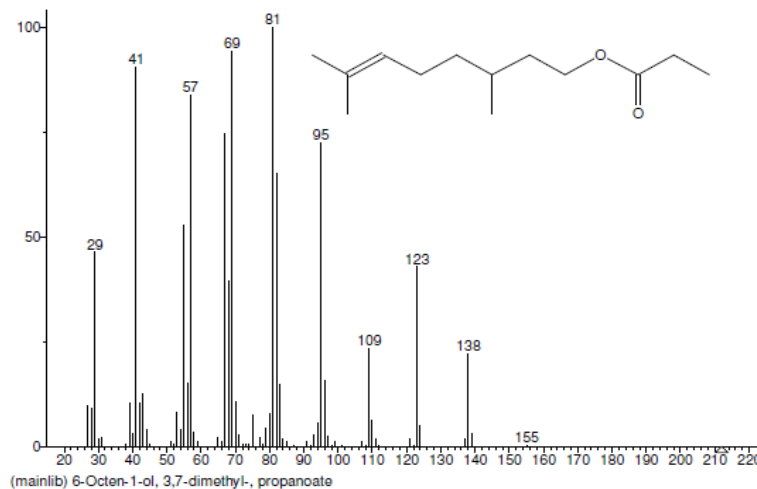
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

20. **Espectro de masas del compuesto 3-Oxatriciclo [3.2.1.0(2,4)]octano,(1.alfa.,2.beta.,4.beta.,5.alfa.)-**



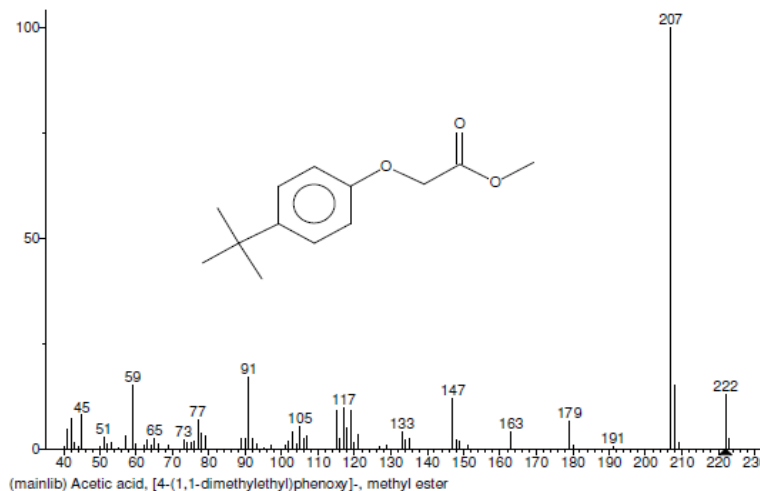
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

21. **Espectro de masas del compuesto 6-Octan-1-ol, 3,7-dimetil-, propanoato**



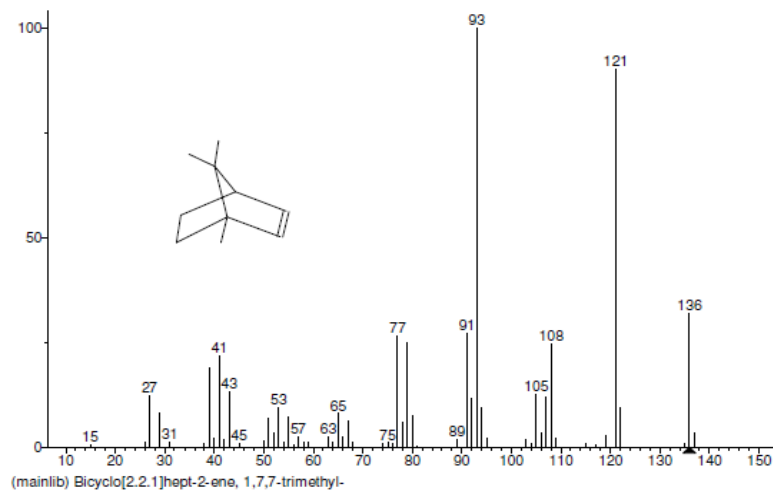
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

22. **Espectro de masas del compuesto Ácido Acético, [4-(1,1-dimetiletil fenoxi)-, metilester**



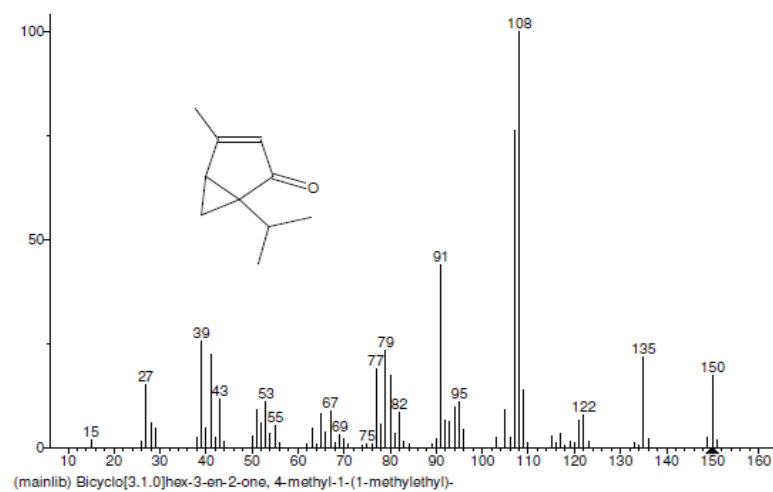
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

23. **Espectro de masas del compuesto Bicyclo[2.2.1]hept-2-eno, 1,7,7-trimetil-**



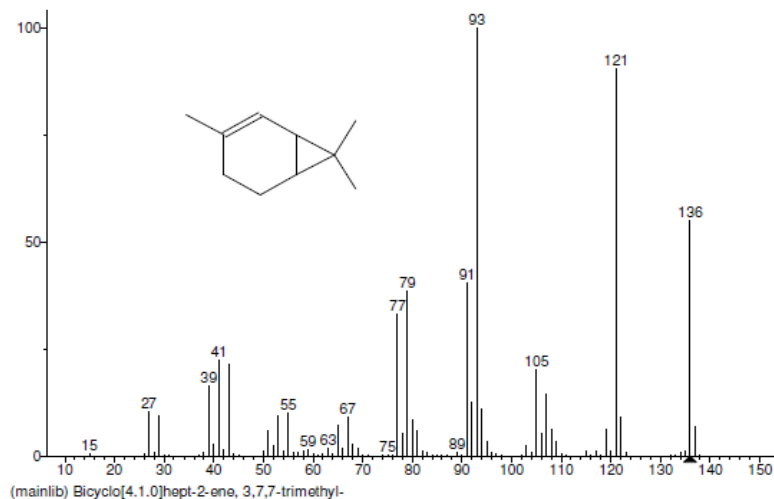
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

24. **Espectro de masas del compuesto Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-metil-1-(1-metiletil)-**



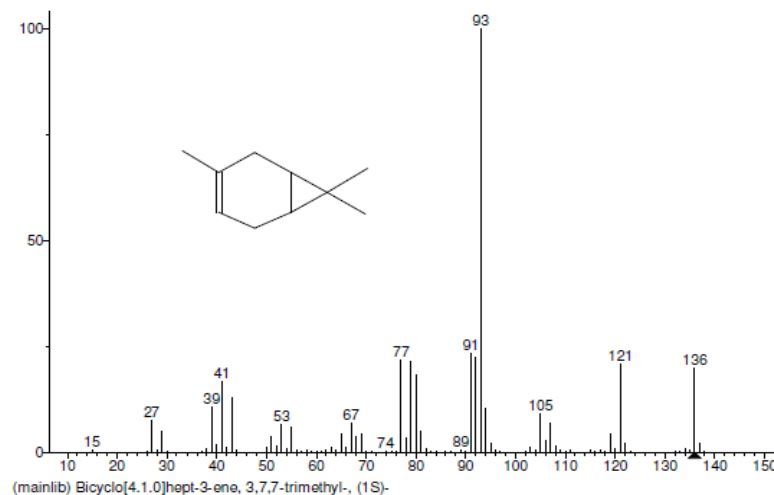
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

25. **Espectro de masas del compuesto Bicyclo[4.1.0]hept-2-eno, 3,7,7-trimetil-**



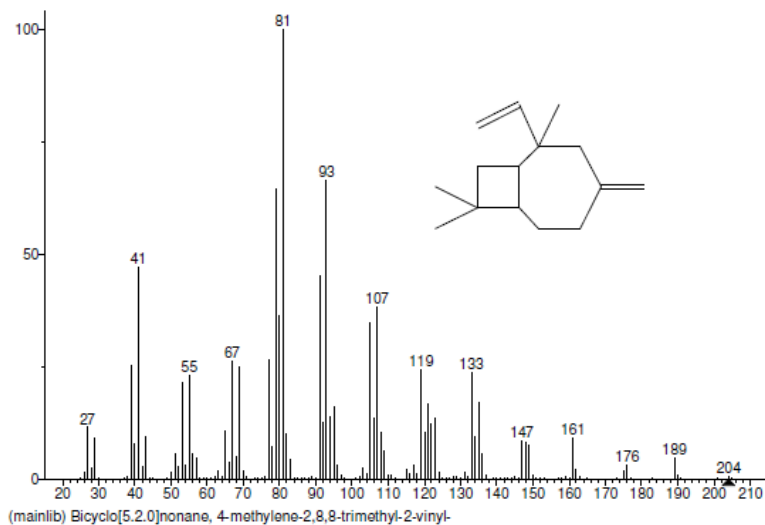
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

26. **Espectro de masas del compuesto Bicyclo[4.1.0]hept-3-eno, 3,7,7-trimetil-, (1S)-**



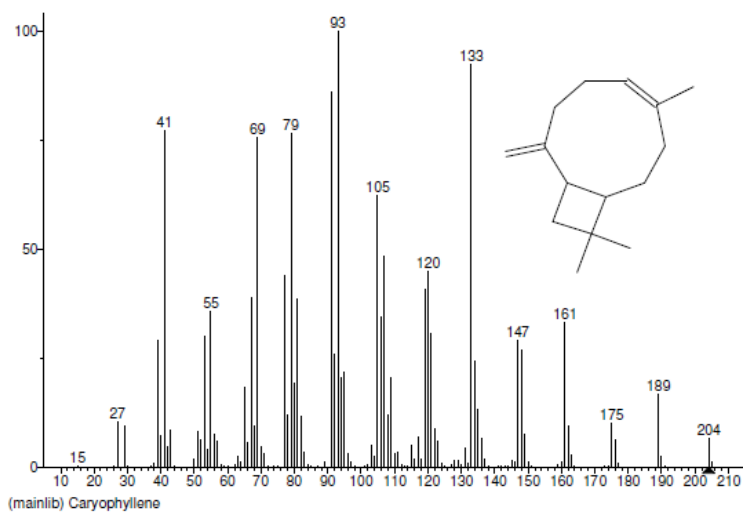
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

27. **Espectro de masas del compuesto Biciclo[5.2.0]nonano, 4-metileno-2,8,8-trimetil-2-vinil-**



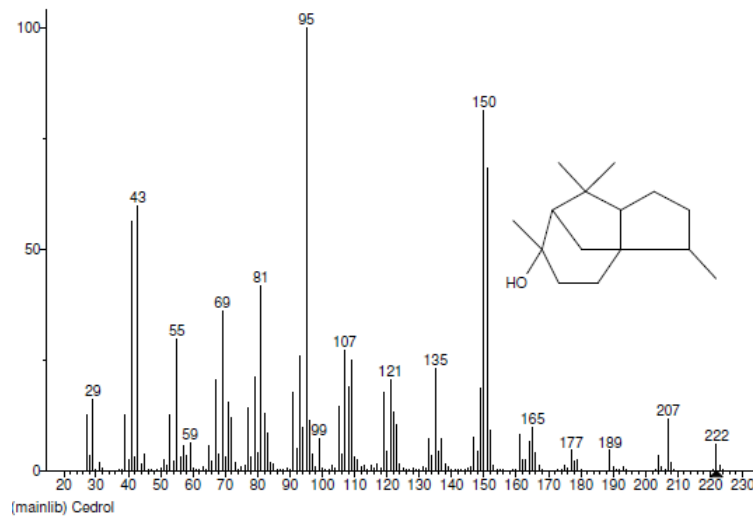
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

28. **Espectro de masas del compuesto Cariofileno**



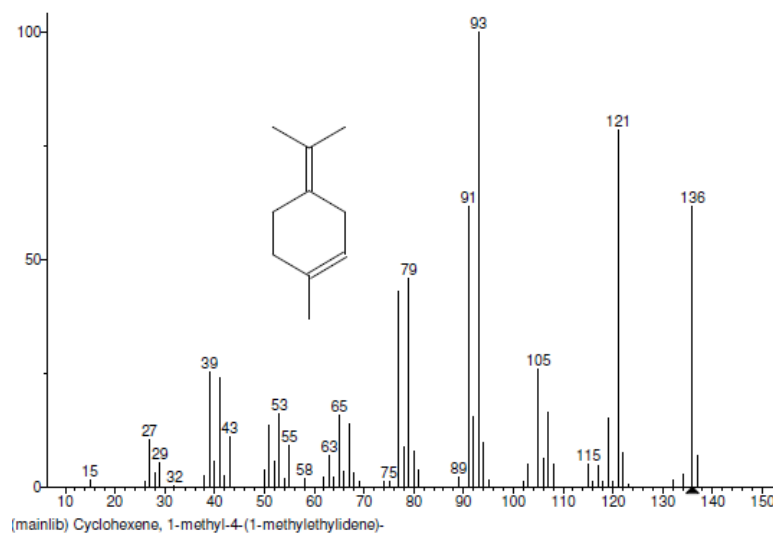
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

29. **Espectro de masas del compuesto Cedrol**



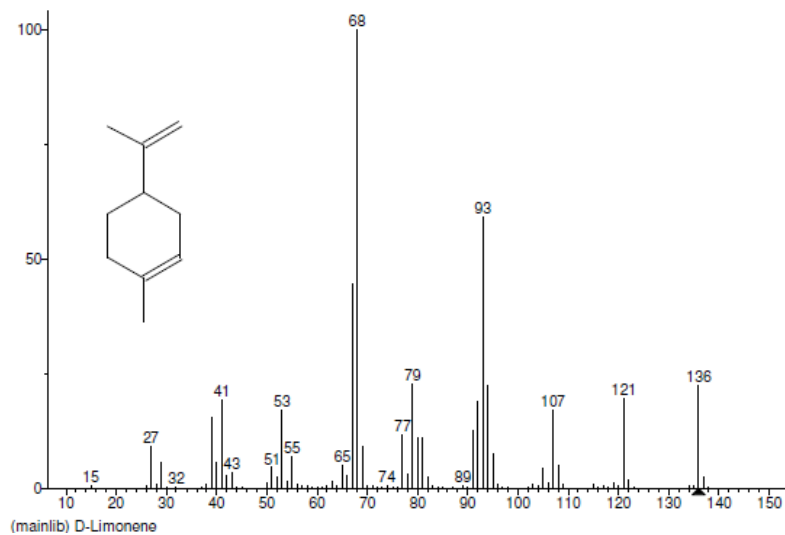
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

30. **Espectro de masas del compuesto Ciclohexeno, 1-metil-4-(1-metiletilideno)-**



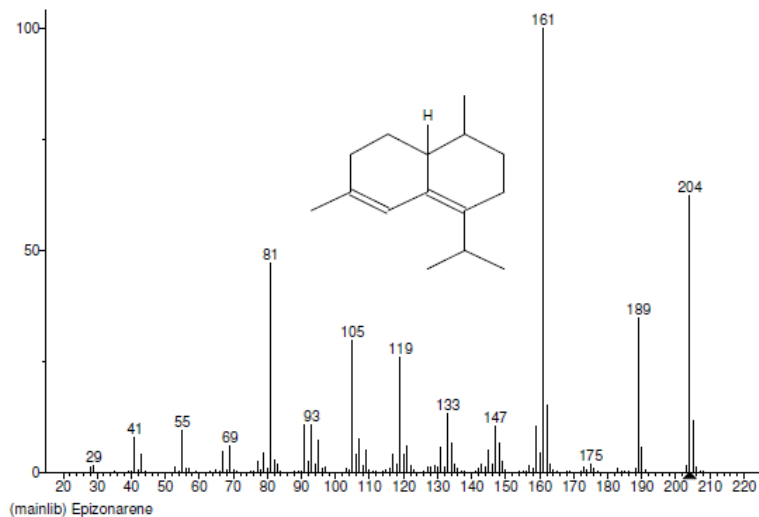
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

31. Espectro de masas del compuesto D-Limoneno



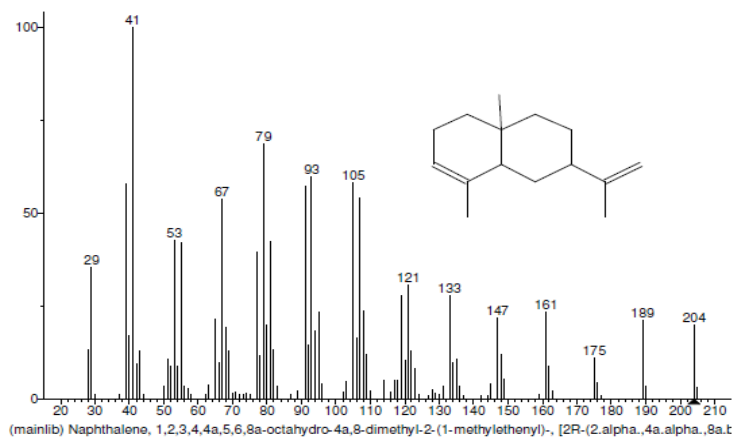
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

32. Espectro de masas del compuesto Epizonareno



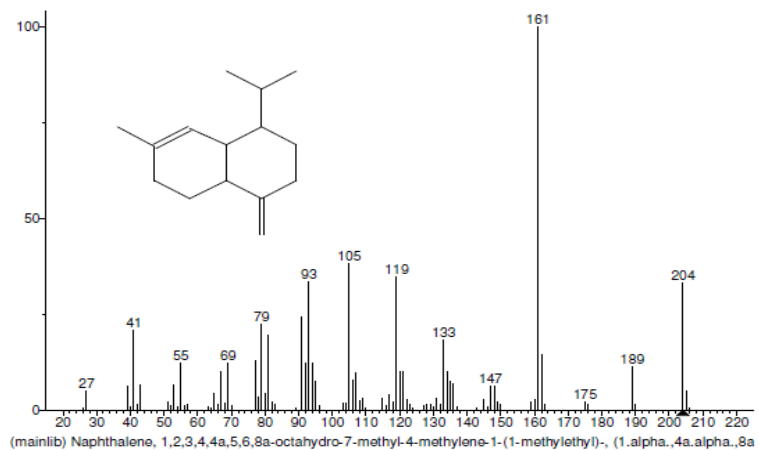
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

33. **Espectro de masas del compuesto Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletenil)-, [2R-(2.alfa.,4a.alfa.,8a.beta.)]**



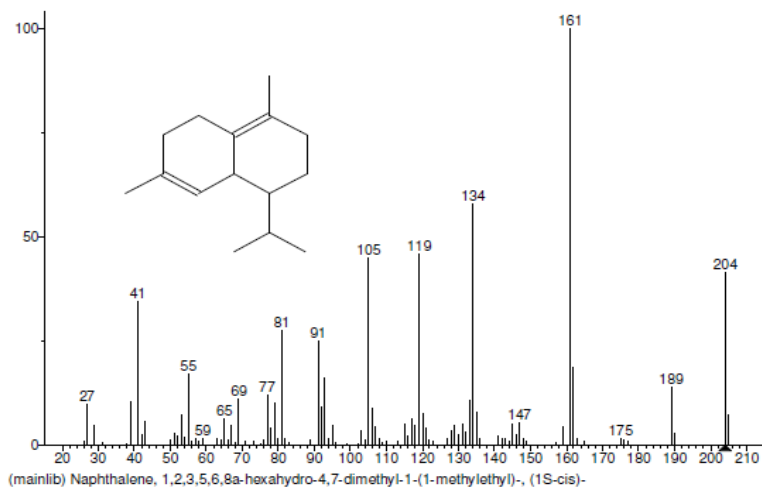
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

34. **Espectro de masas del compuesto Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-7-metil-4-metileno-1-(1-metiletil)-, (1.alfa.,4a.alfa.,8a.alfa.)-**



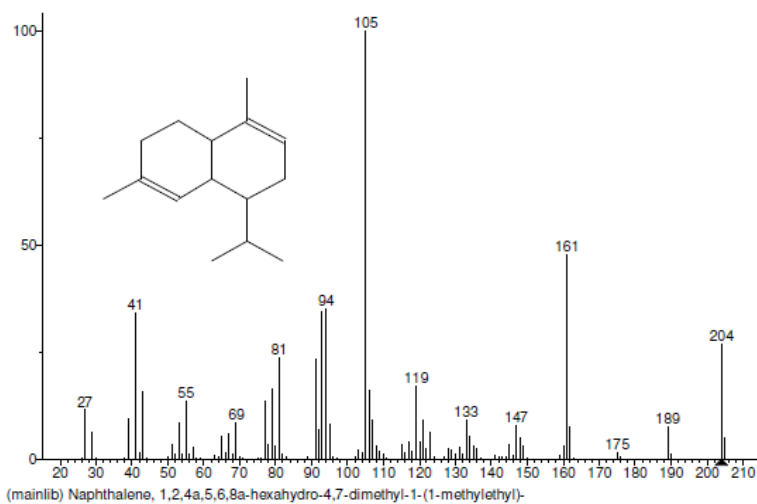
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

35. **Espectro de masas del compuesto Naftaleno, 1,2,3,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-**



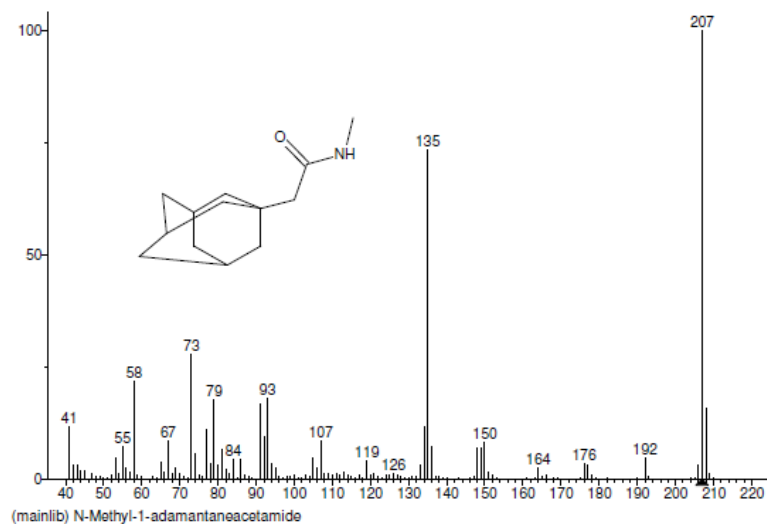
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

36. **Espectro de masas del compuesto Naftaleno, 1,2,4a,5,6,8a-hexahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-**



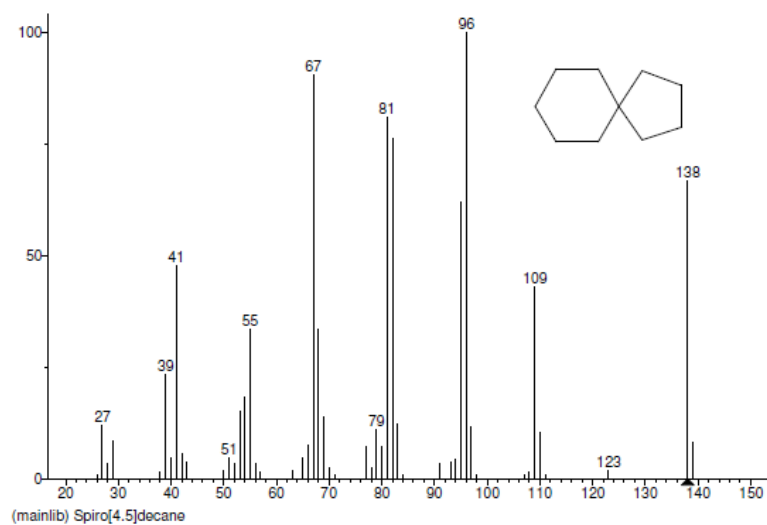
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

37. Espectro de masas del compuesto N-Methyl-1-adamantaneacetamide



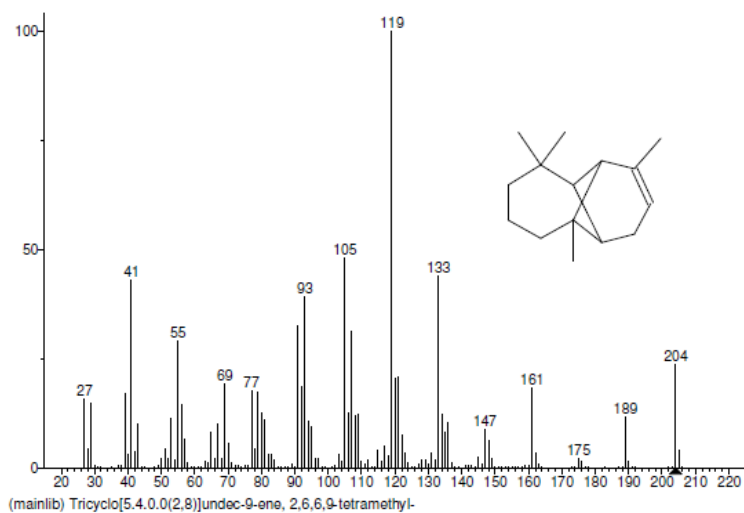
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

38. Espectro de masas del compuesto Spiro[4.5]decano



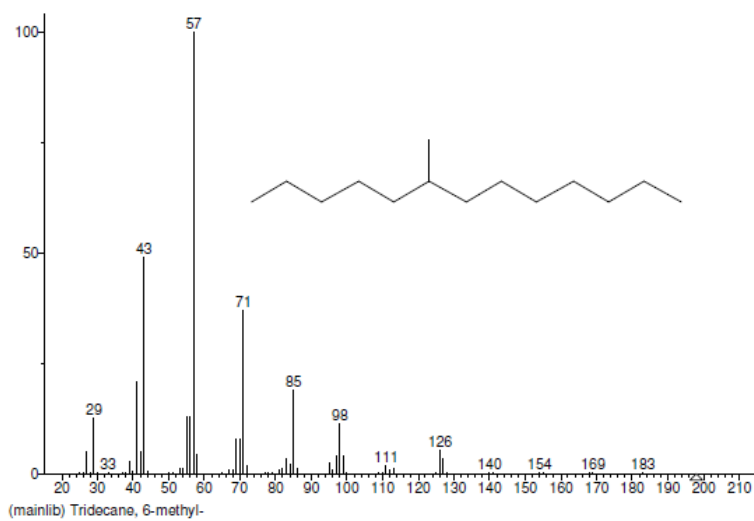
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

39. **Espectro de masas del compuesto Triciclo[5.4.0.0(2,8)]undec-9-eno,2,6,6,9-tetrametil-**



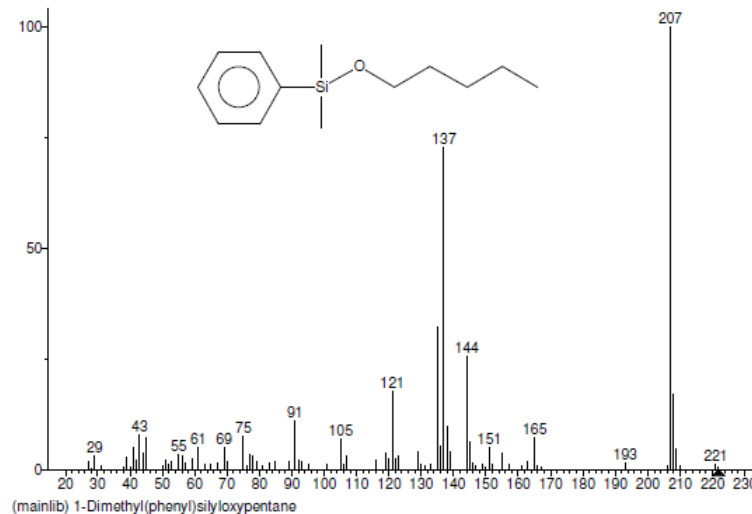
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

40. **Espectro de masas del compuesto Tridecano, 6-metil-**



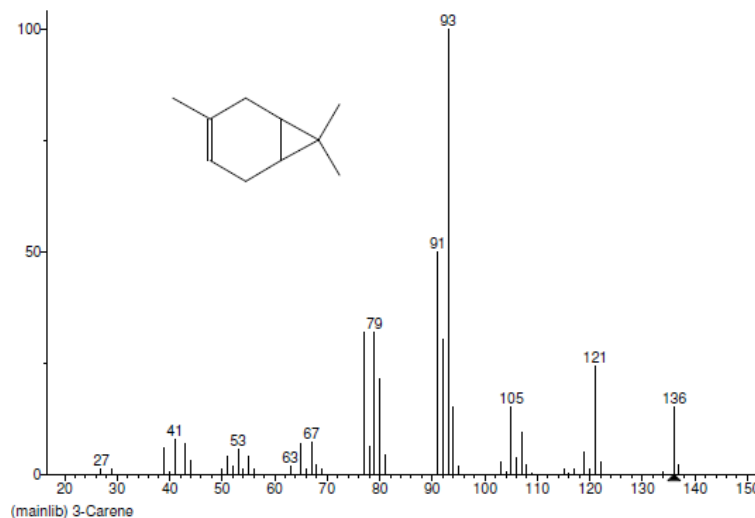
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

41. Espectro de masas del compuesto 1-Dimetil(fenil)sililoxipentano



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

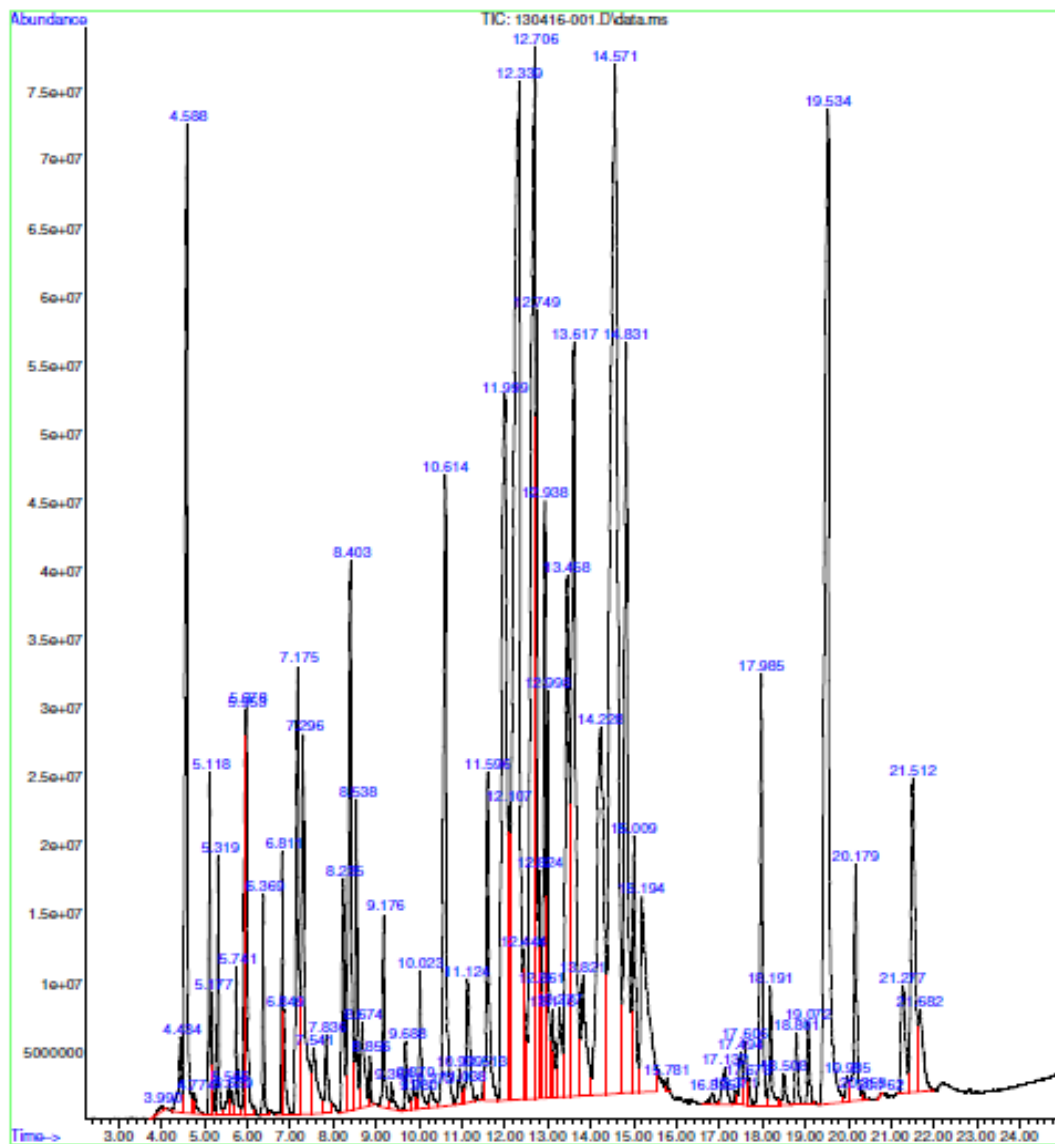
42. Espectro de masas del compuesto 3-Carene



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

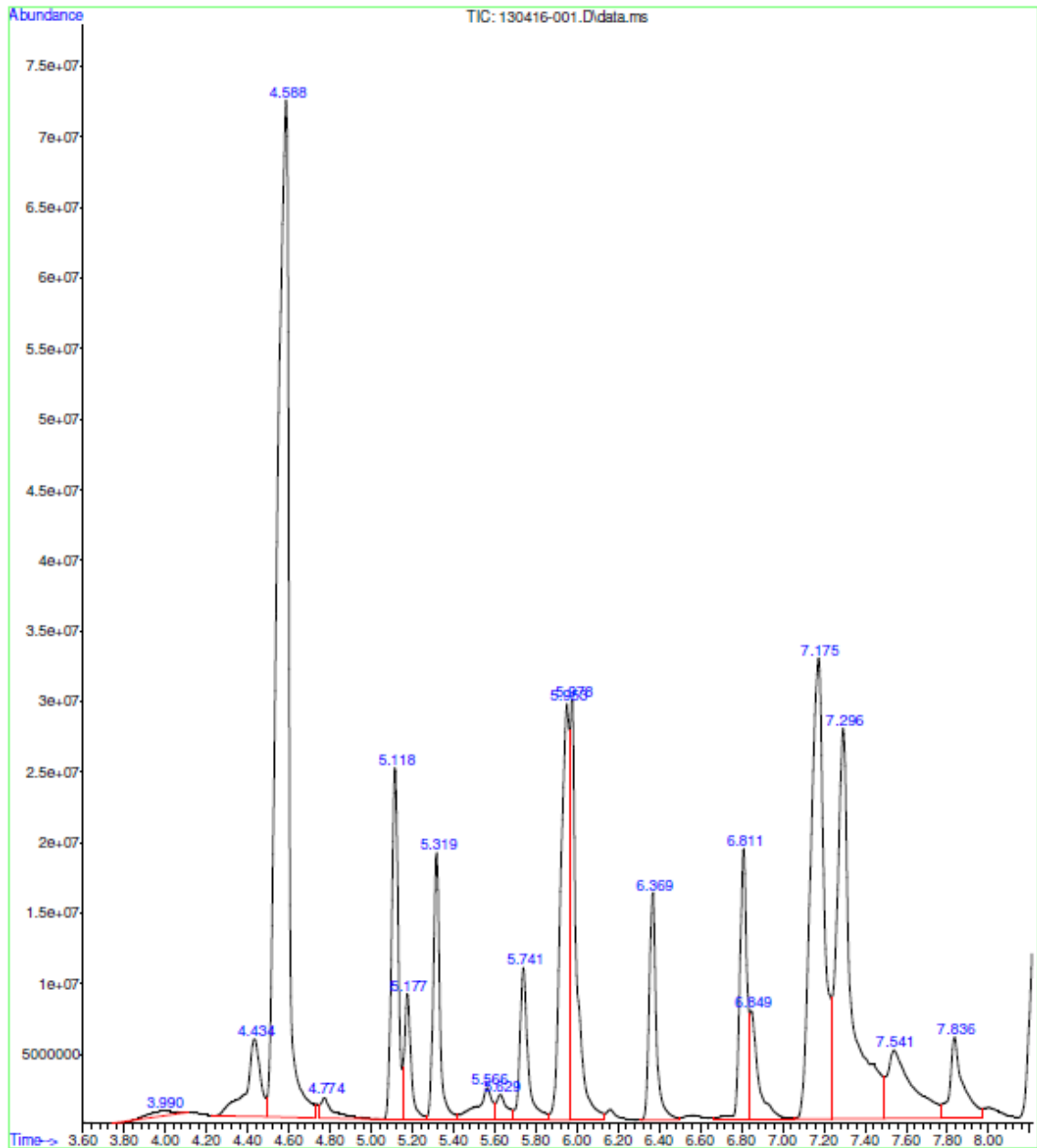
43. **Cromatograma del aceite esencial de ciprésobtenido de hojascon un tiempo de extracción de 30 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-001.D
 Operator : AdmM
 Acquired : 16 Apr 2013 9:19 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Cipres 30-Ho
 Misc Info :
 Vial Number: 1



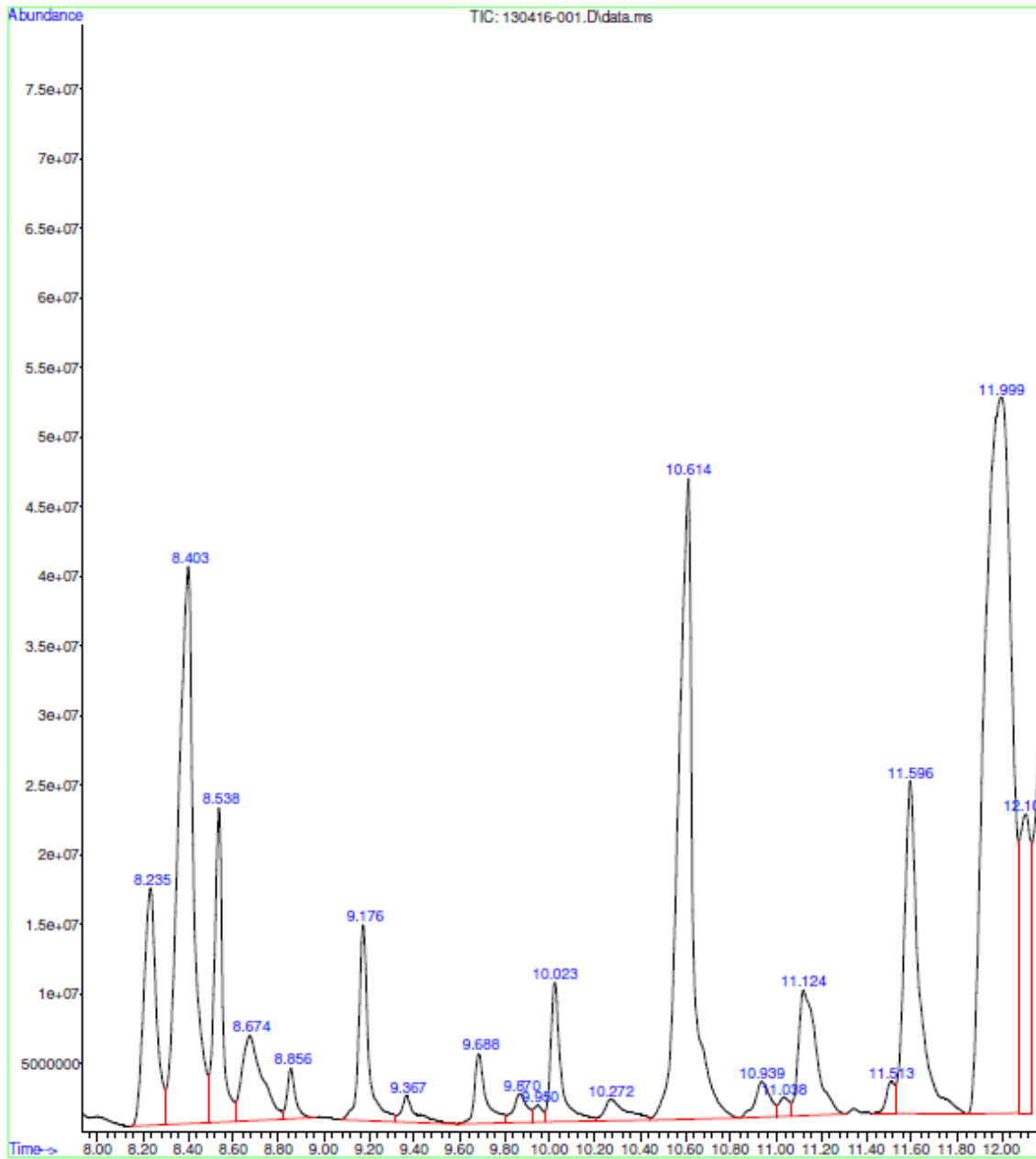
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

44. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 30 minutos



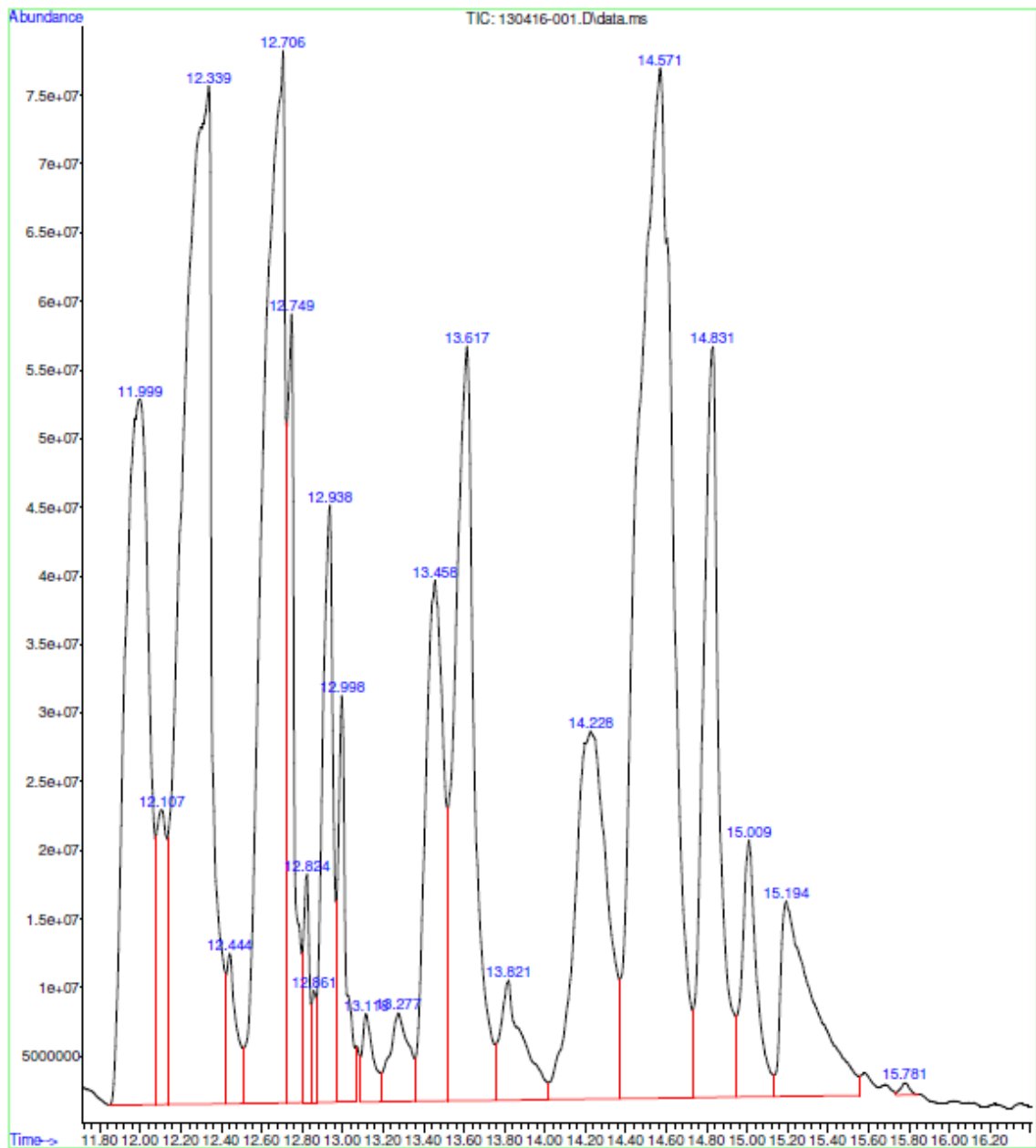
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

45. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



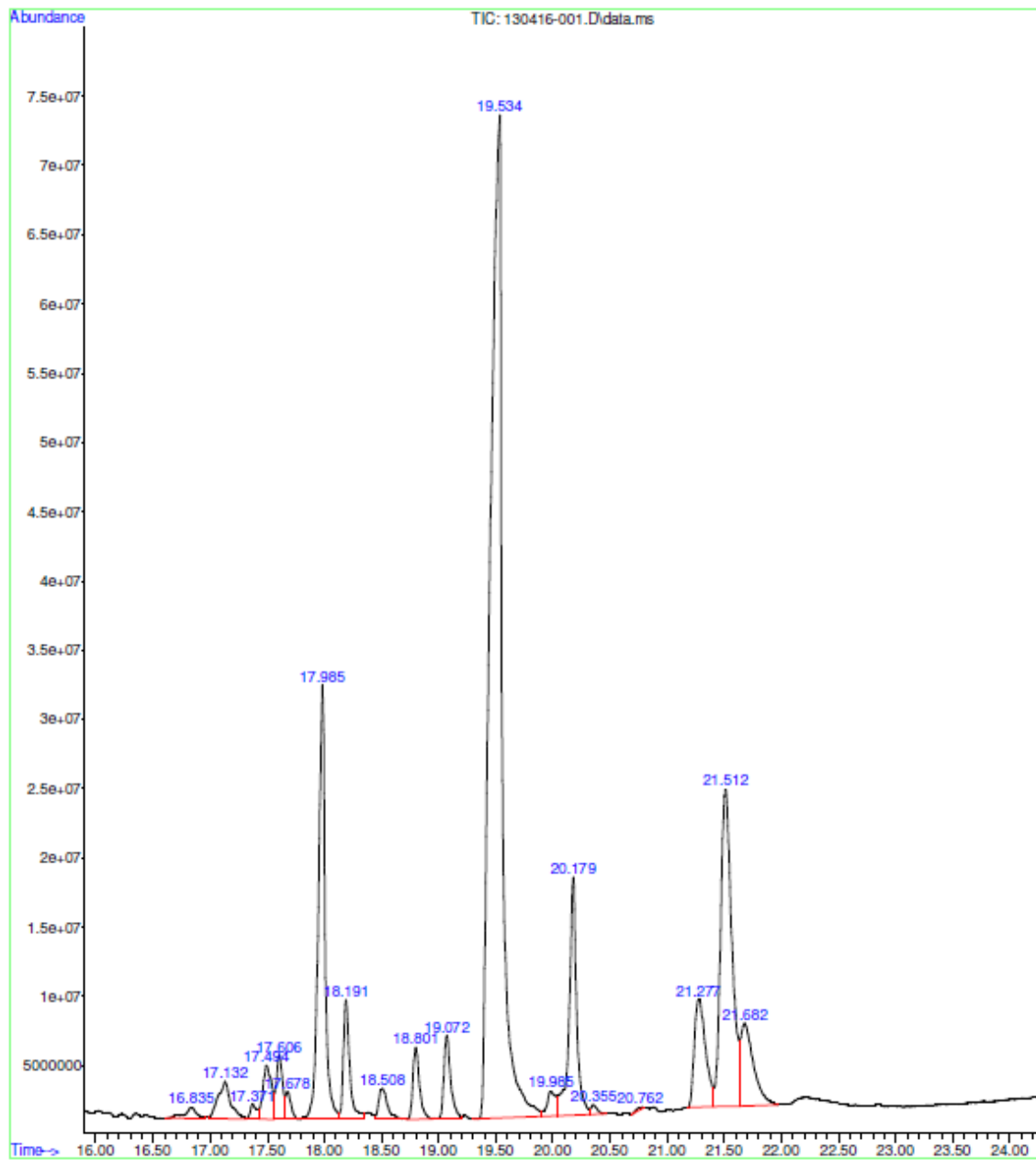
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

46. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

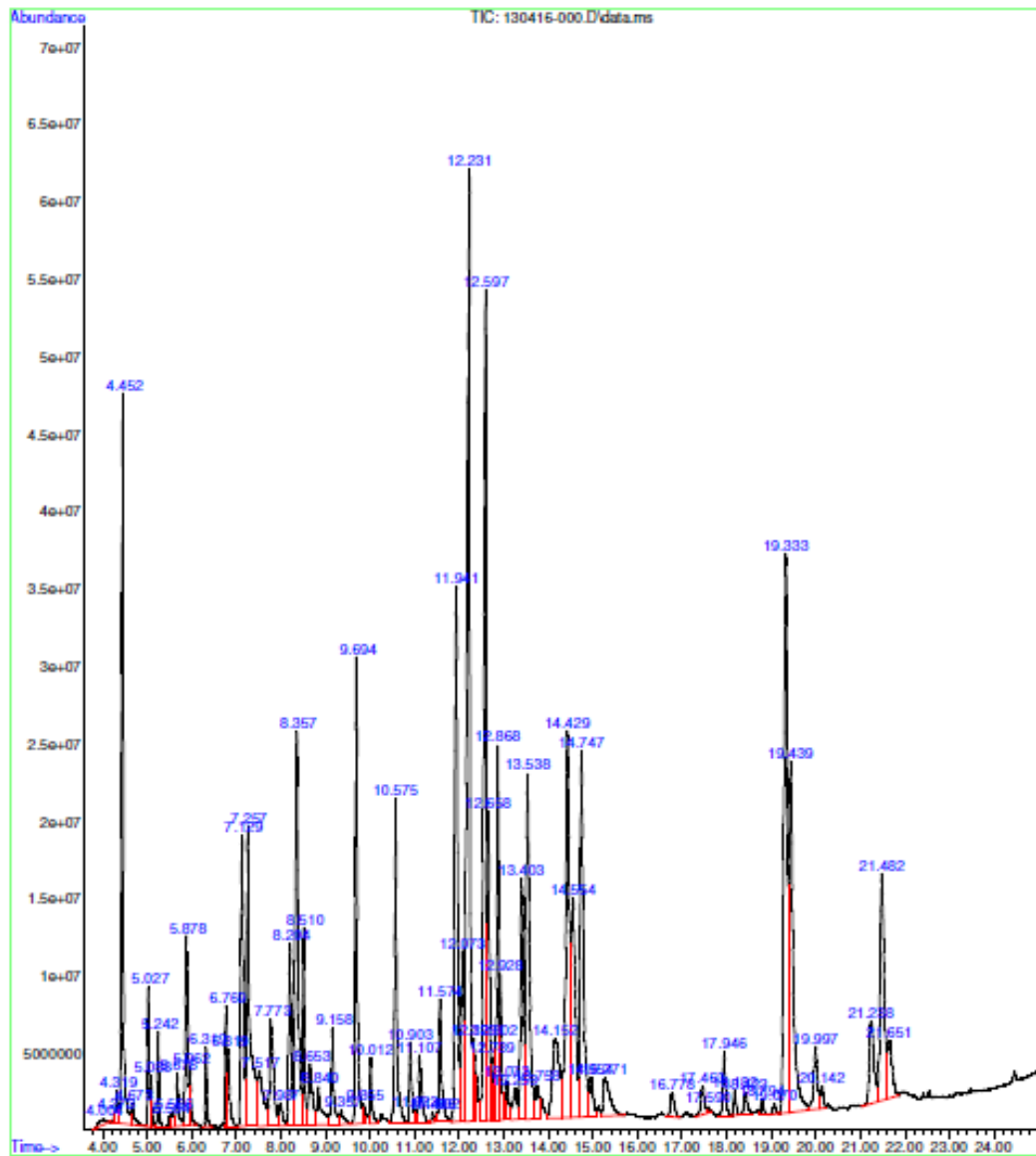
47. **Segmento de 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

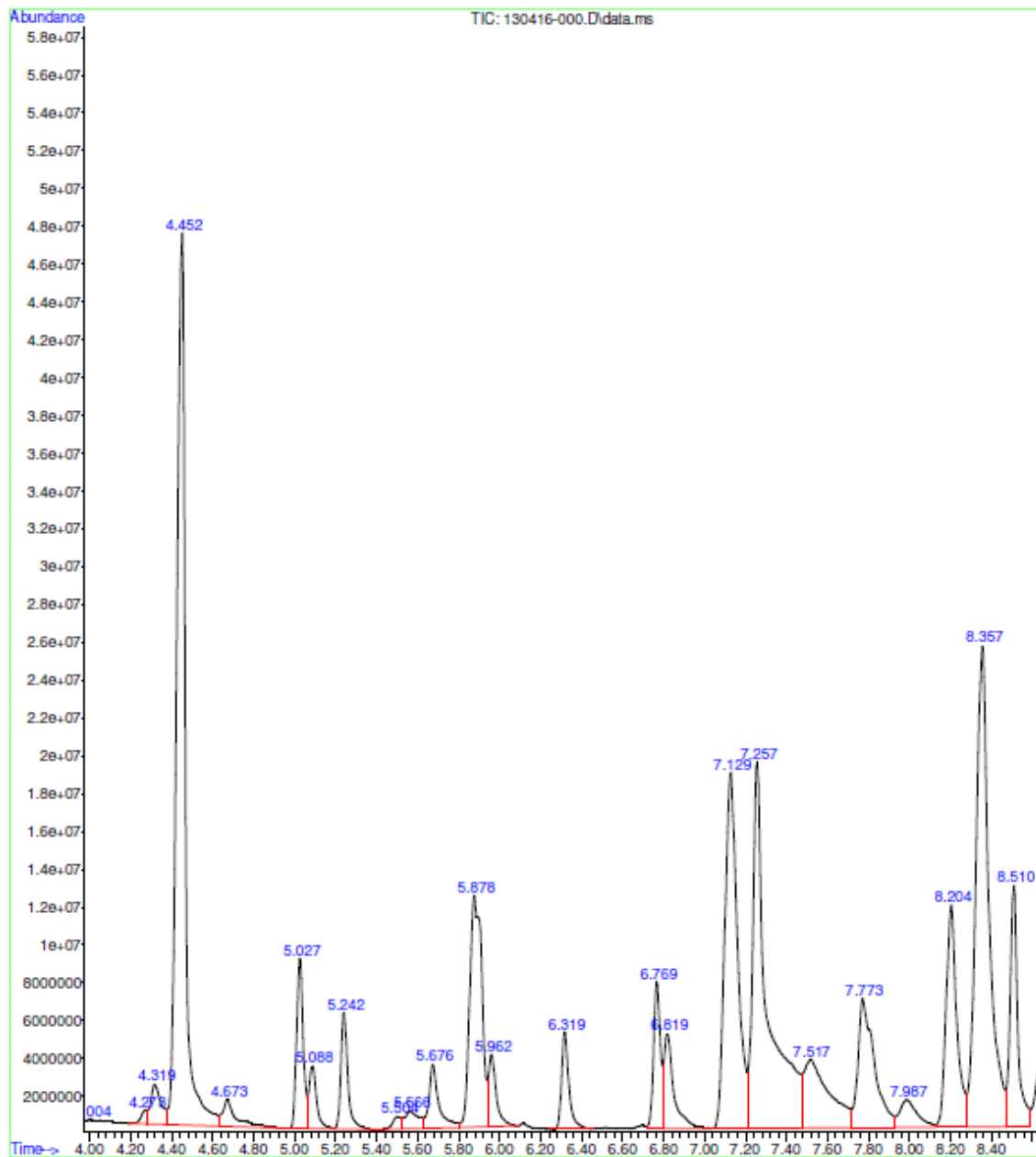
48. Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 60 minutos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-000.D
Operator : Adem
Acquired : 16 Apr 2013 8:44 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Cipres 60-Ho
Misc Info :
Vial Number: 1



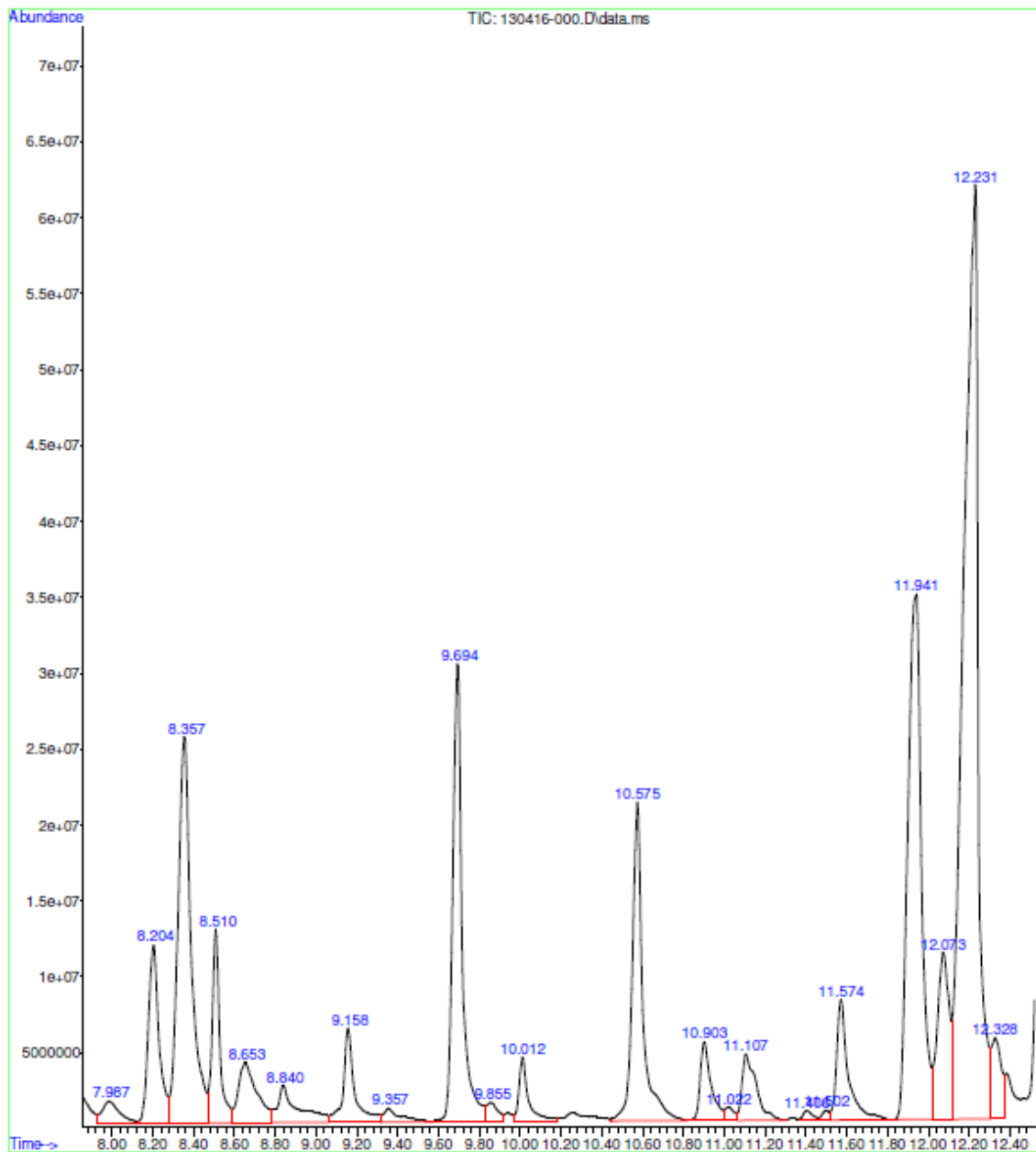
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

49. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 60 minutos**



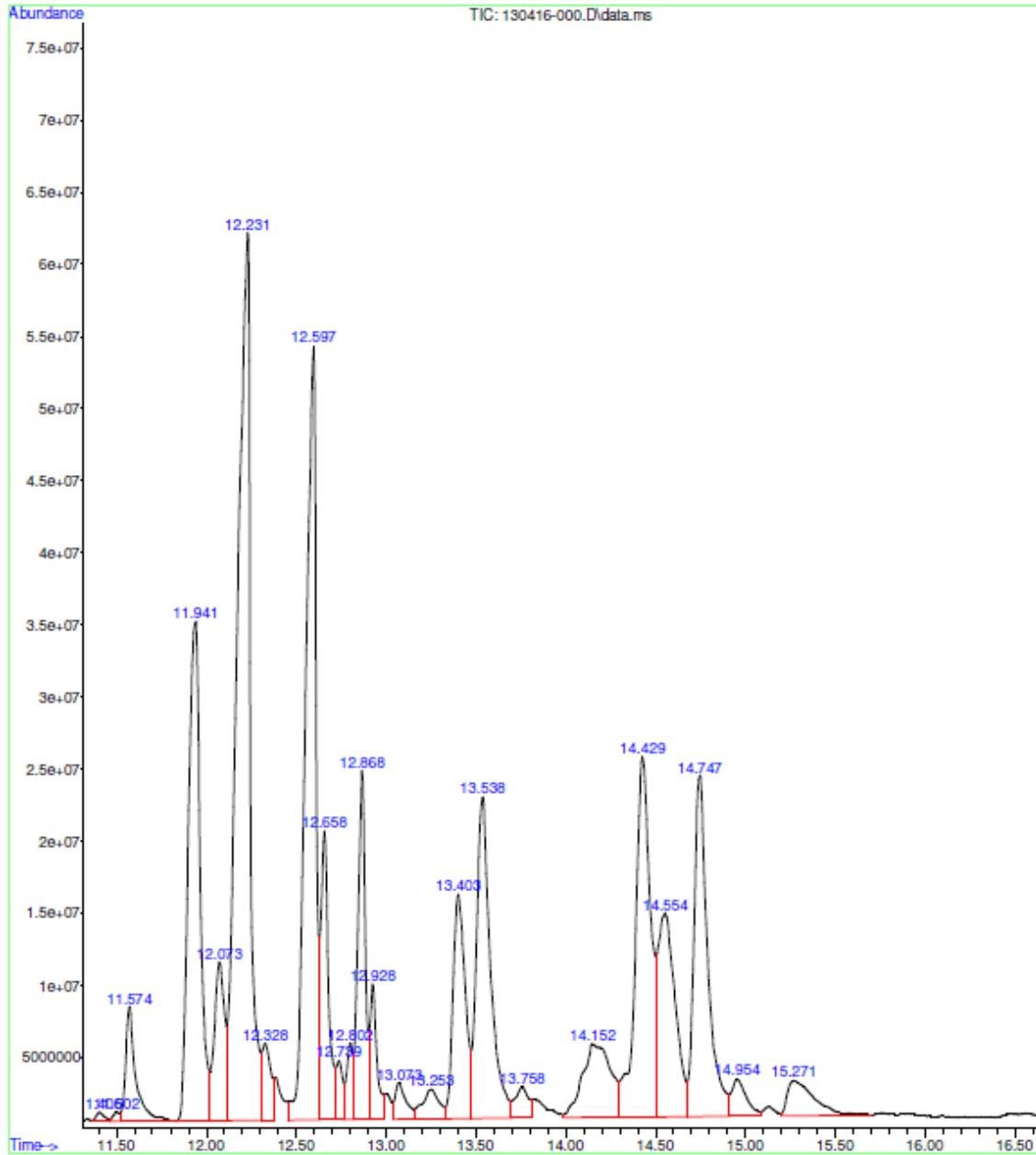
.Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

50. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 60 minutos**



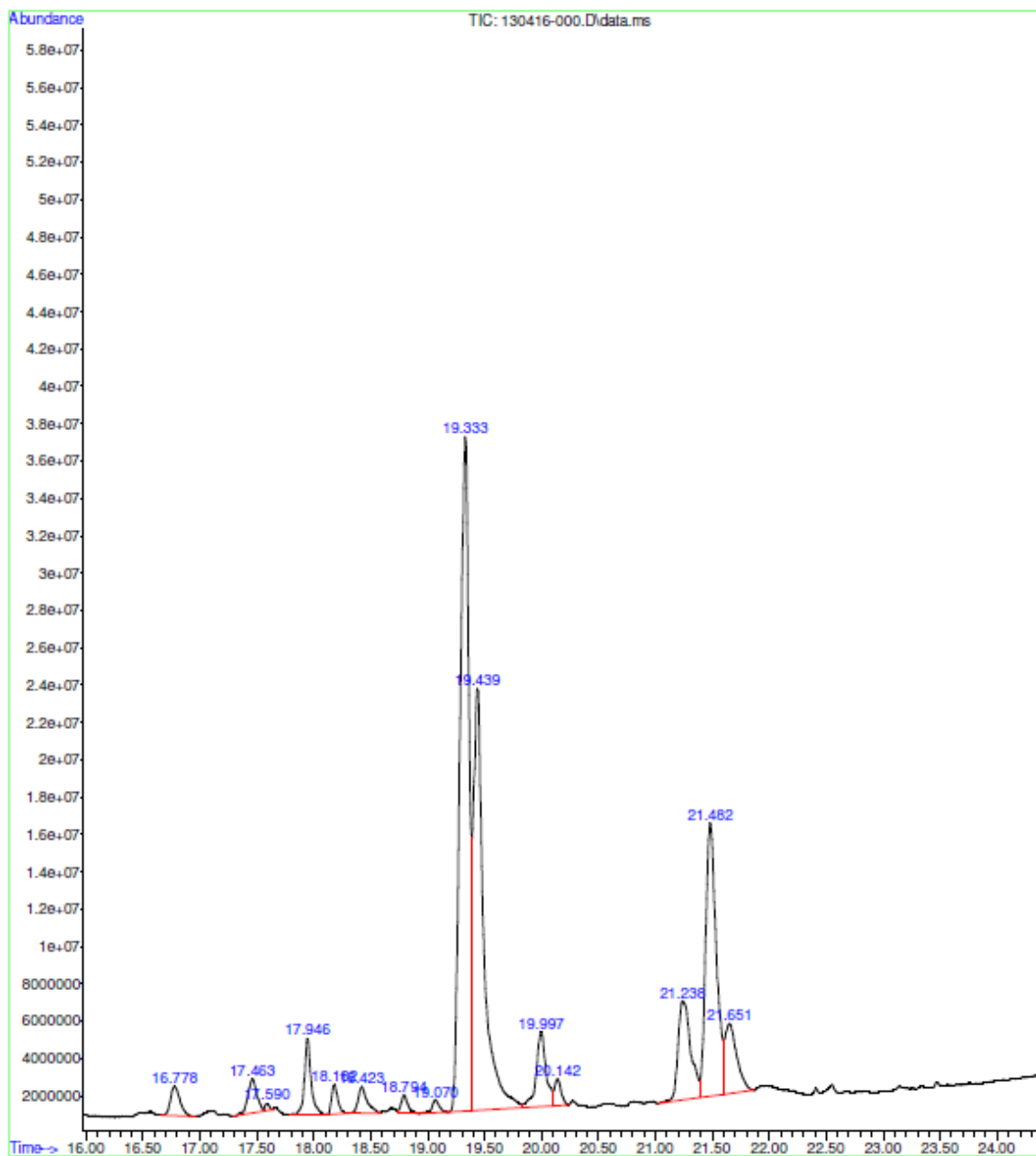
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

51. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 60 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

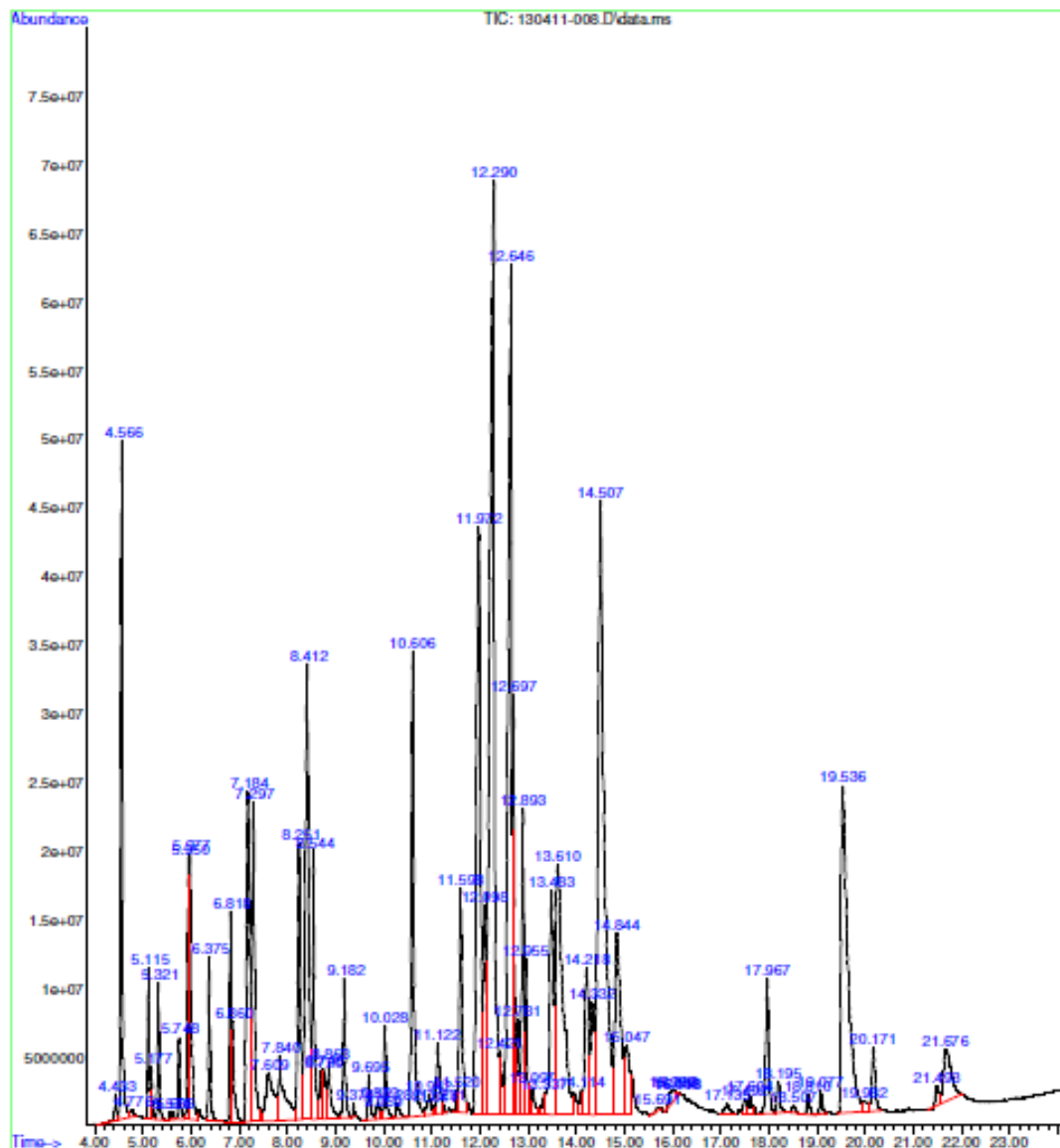
52. Segmento de 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 60 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

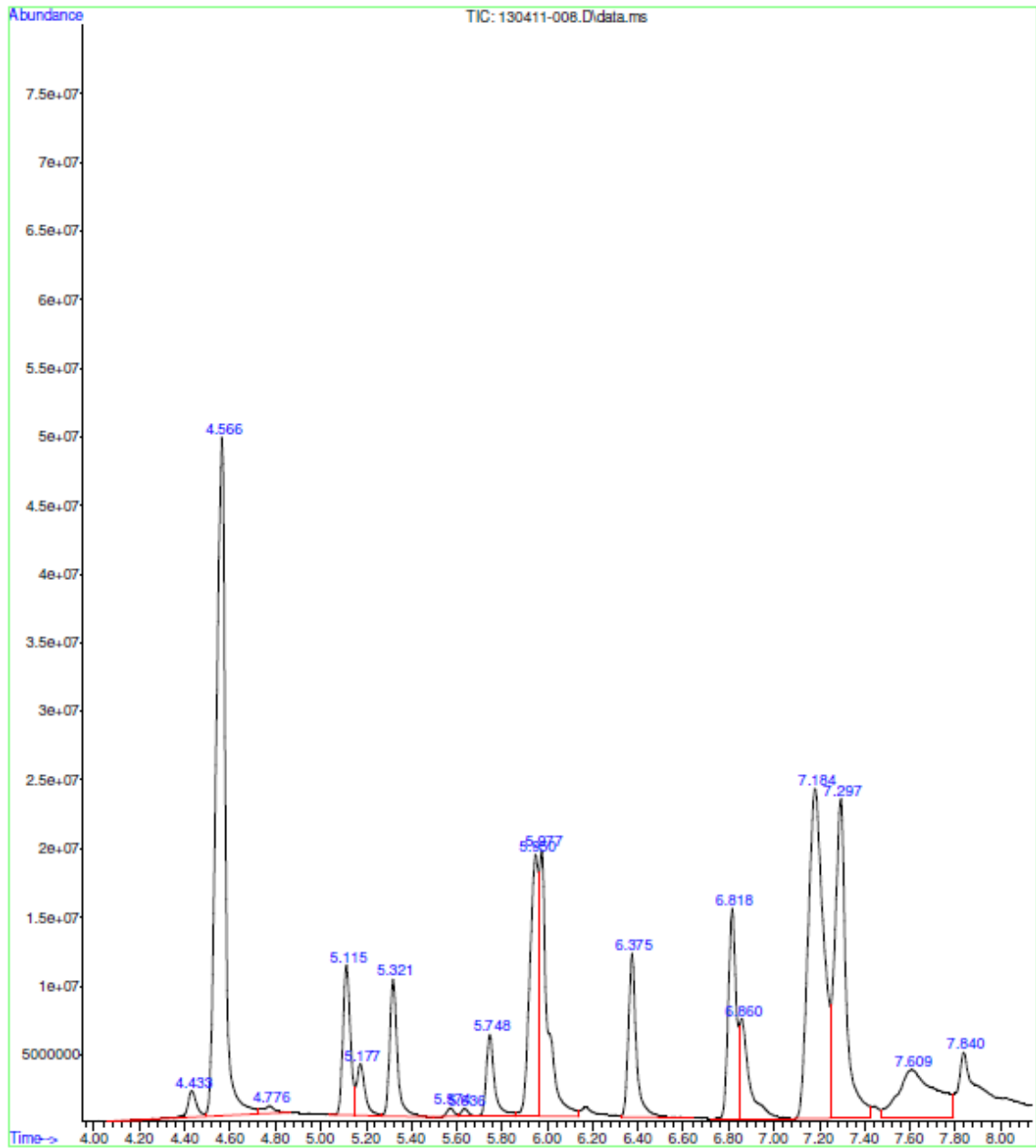
53. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 90 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130411-008.D
 Operator : Adem
 Acquired : 11 Apr 2013 13:28 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name : Aceite cipres 90-HO
 Misc Info :
 Vial Number : 1



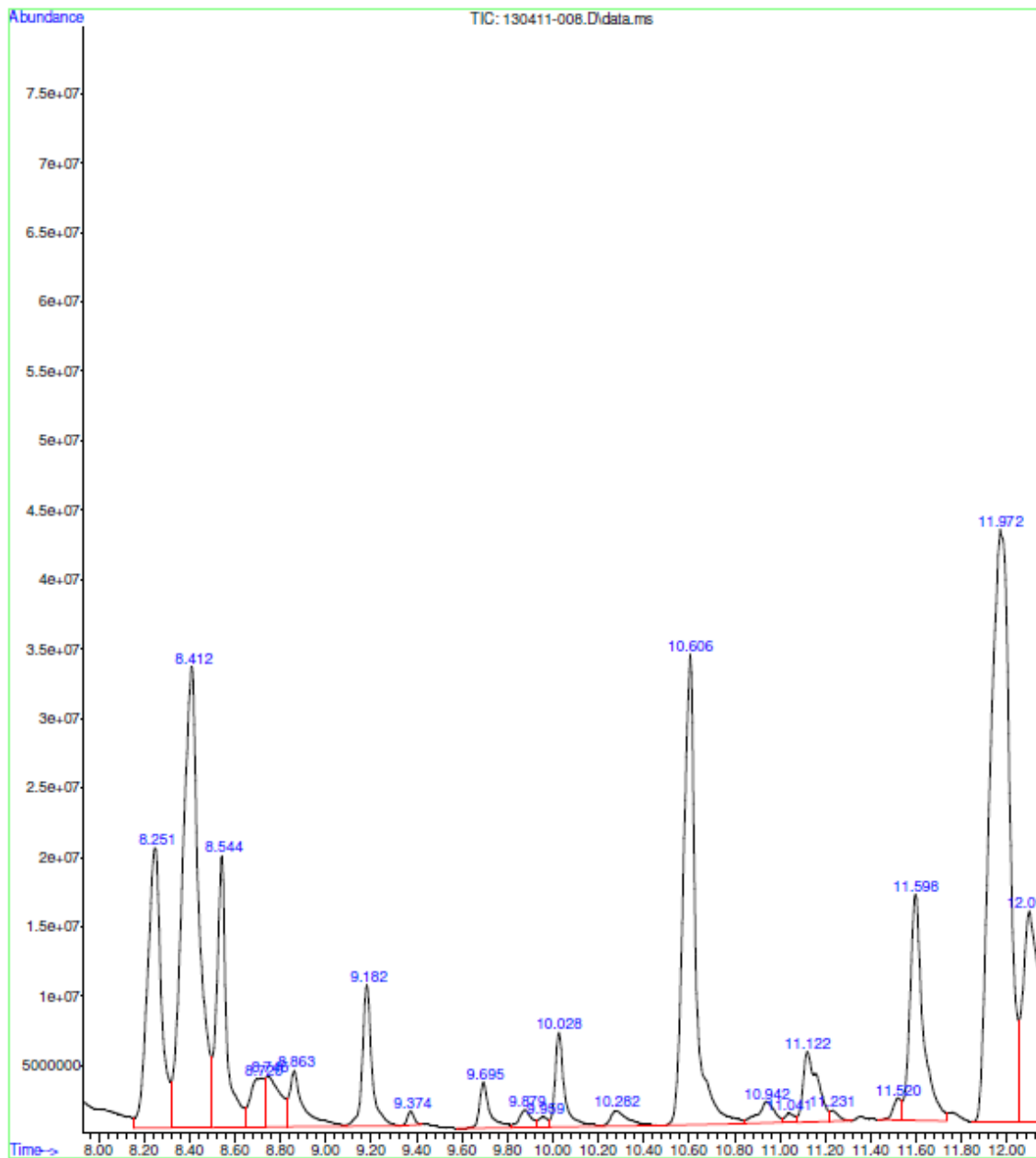
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

54. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 90 minutos**



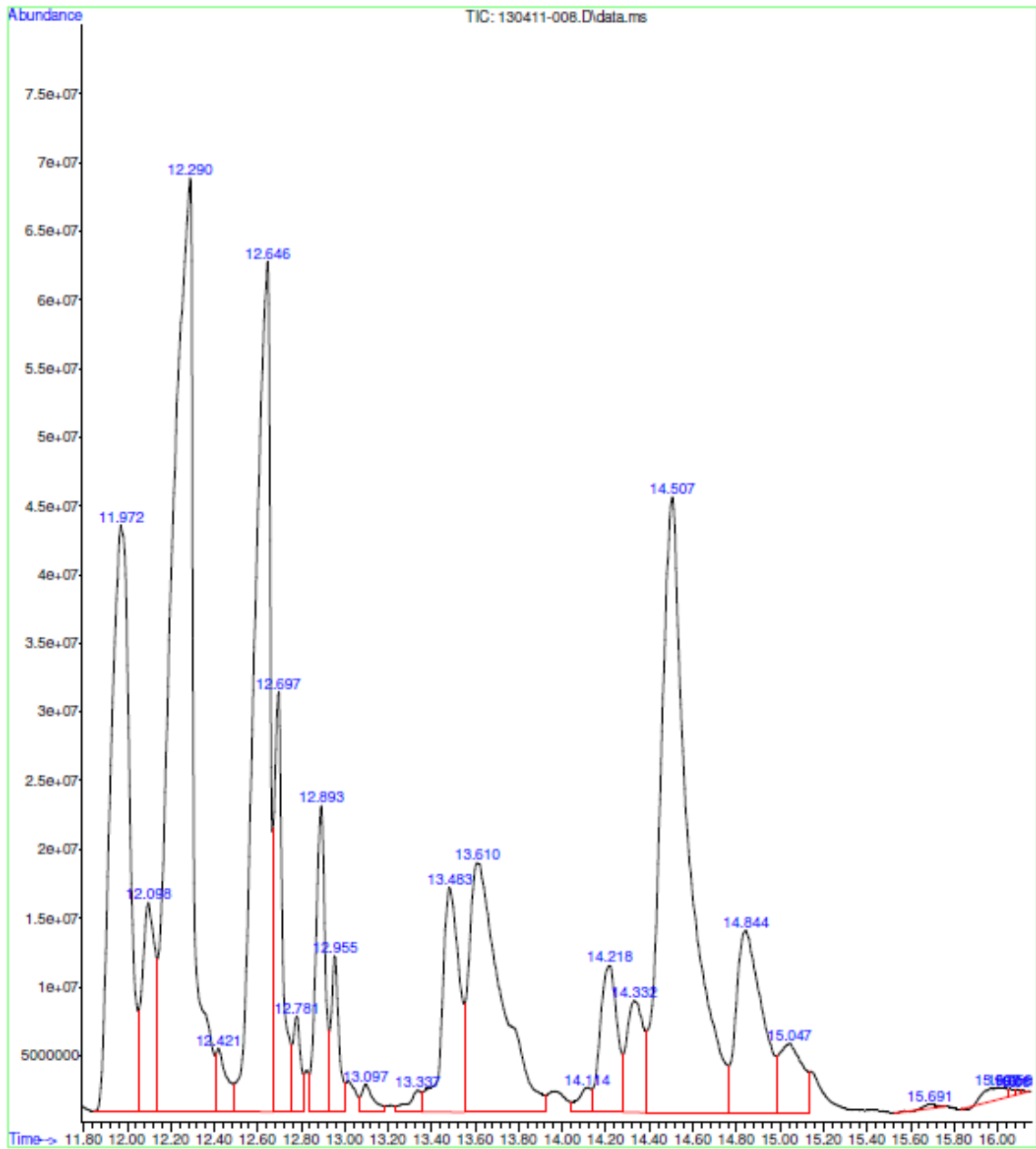
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

55. Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 90 minutos



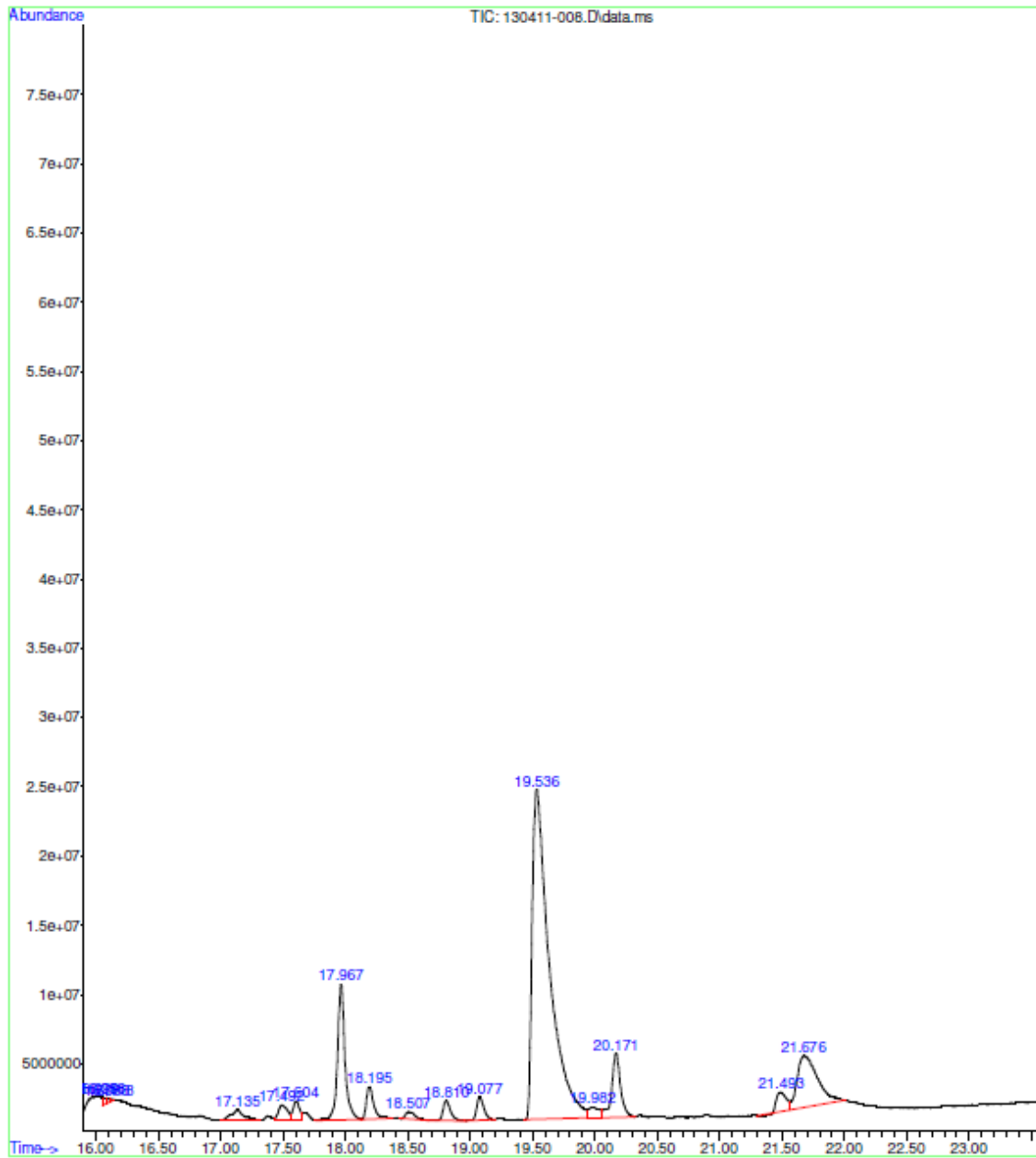
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

56. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 90 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

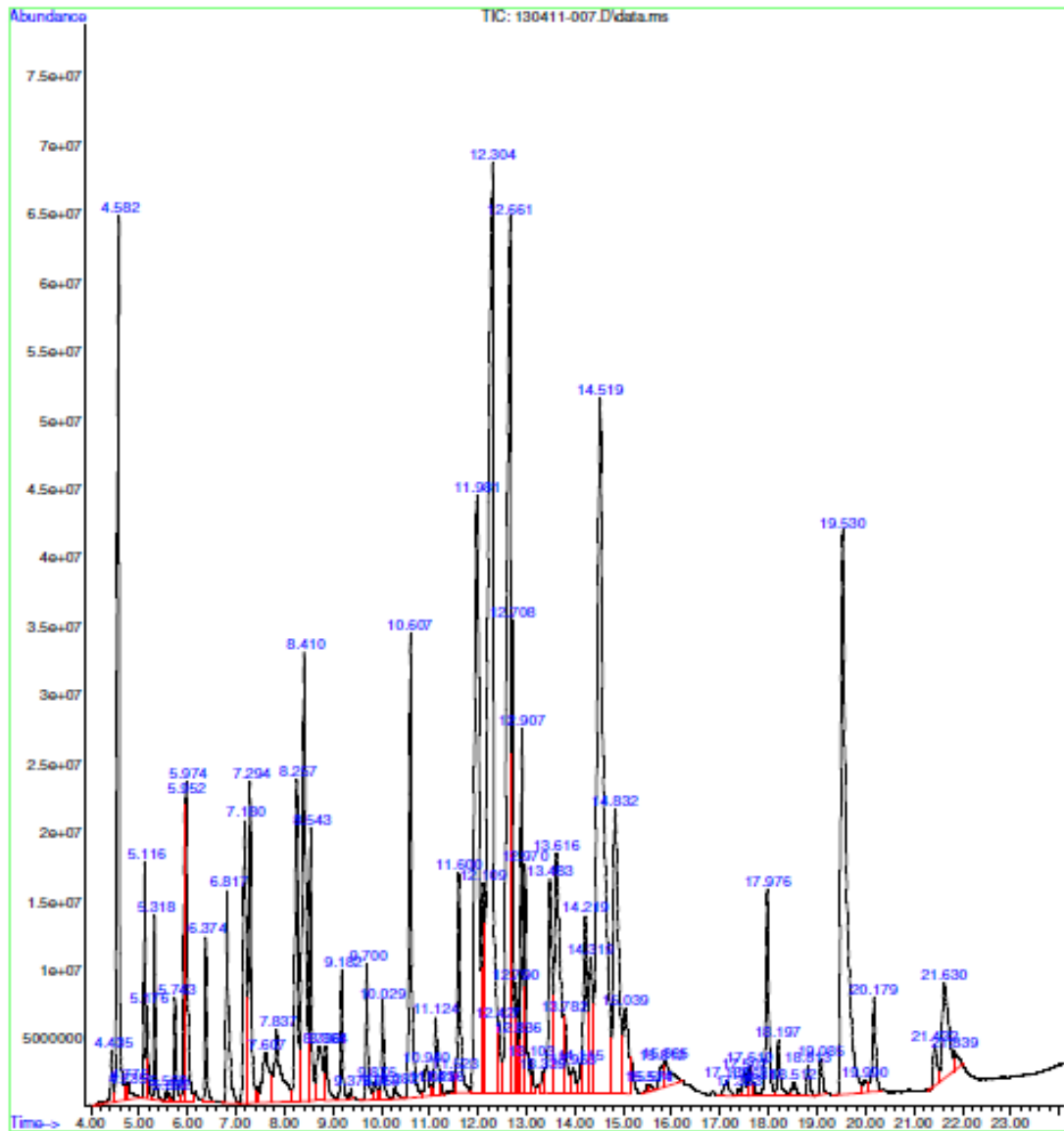
57. **Segmento de 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 90 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

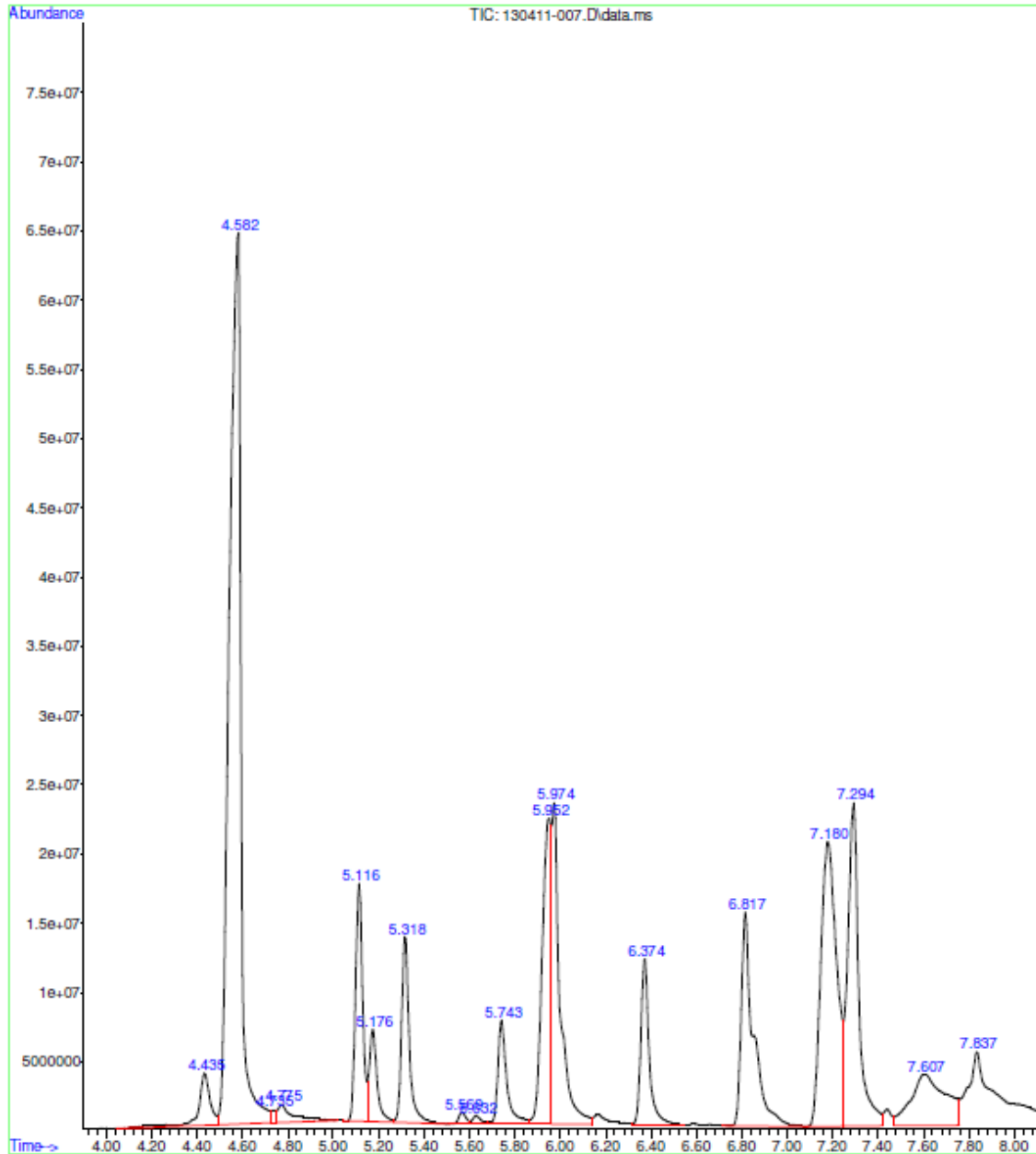
58. Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130411-007.D
 Operator : AdeM
 Acquired : 11 Apr 2013 12:53 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Aceite cipres 120-HO
 Misc Info :
 Vial Number: 1



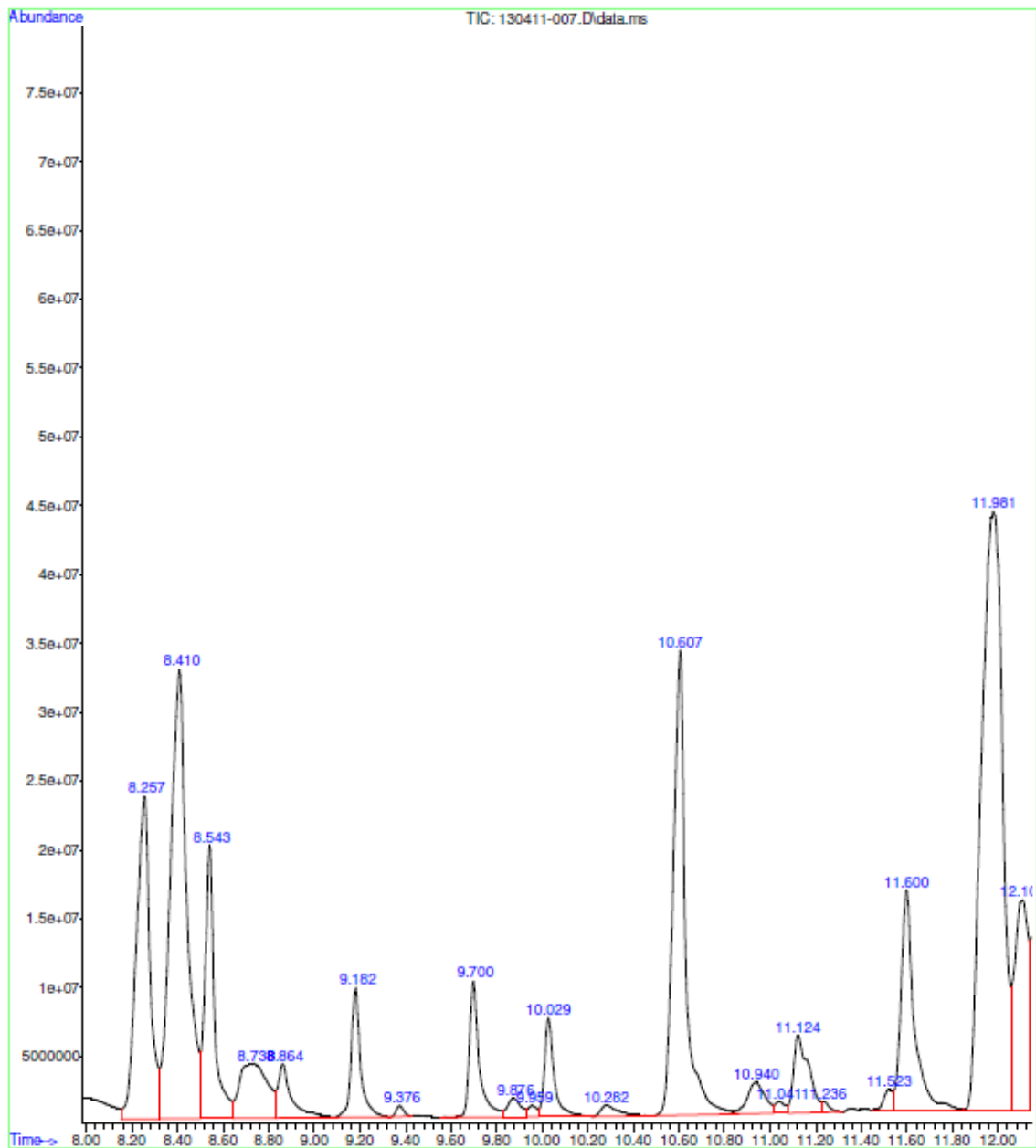
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

59. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos



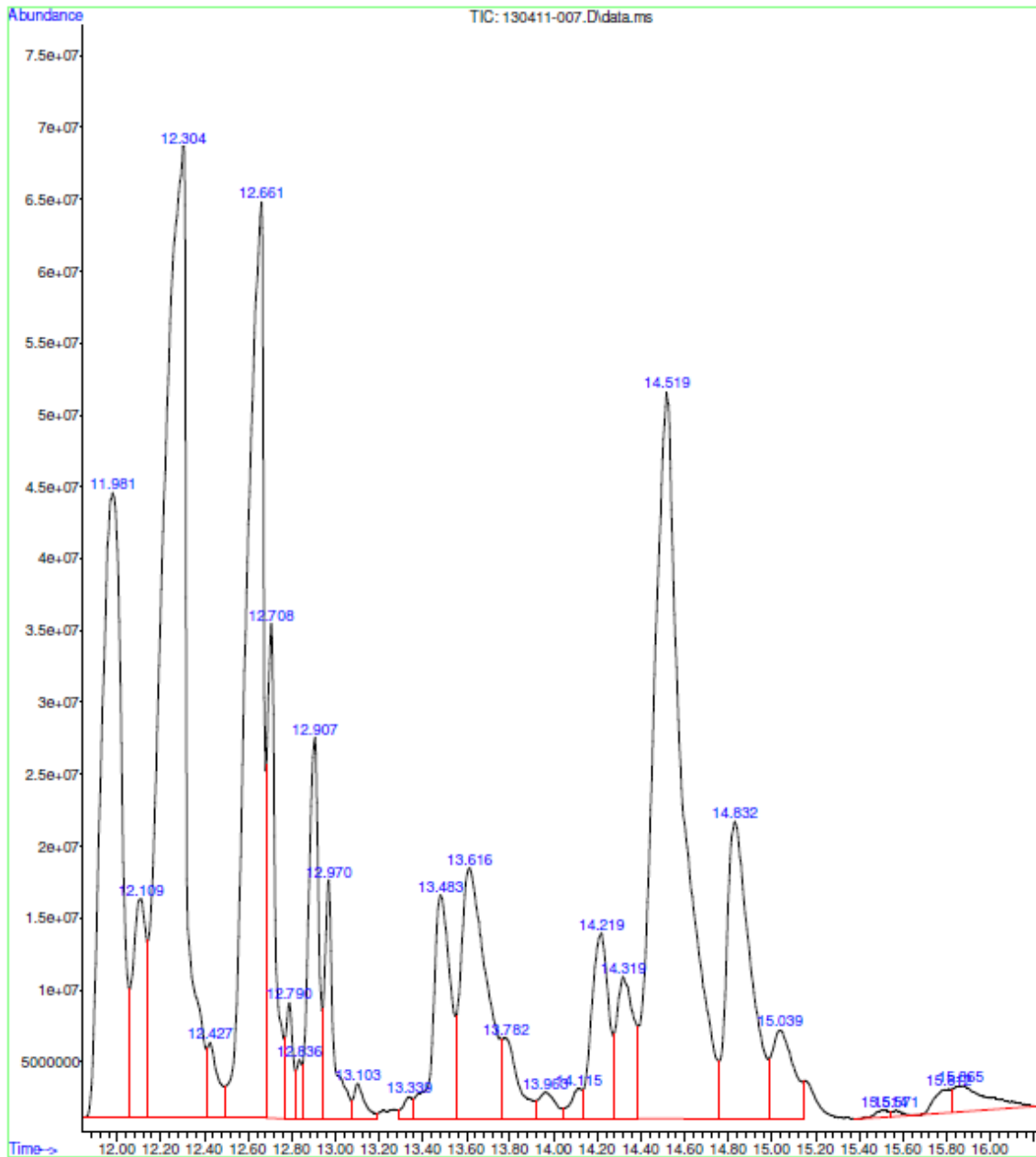
.Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

60. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos**



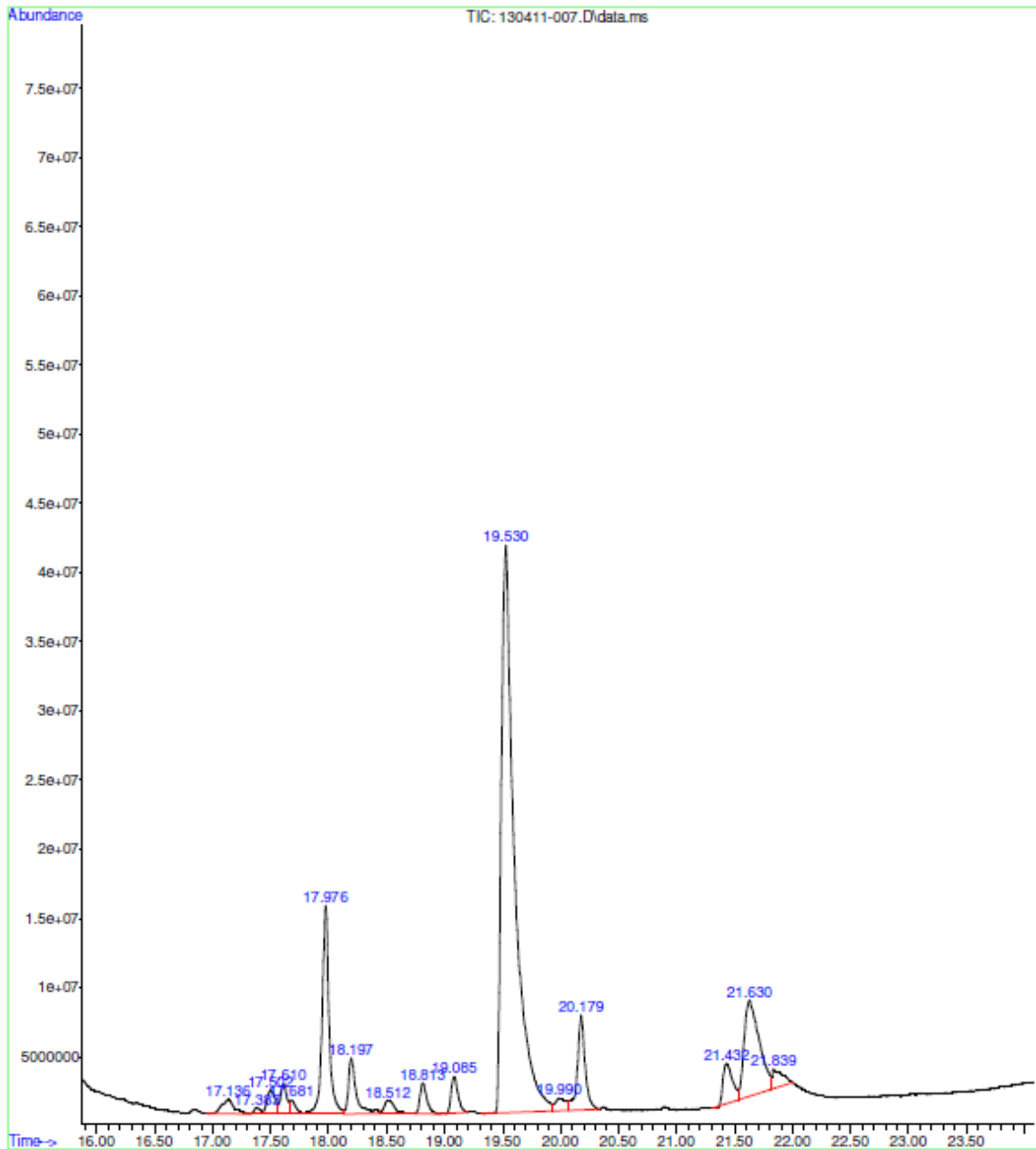
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

61. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos



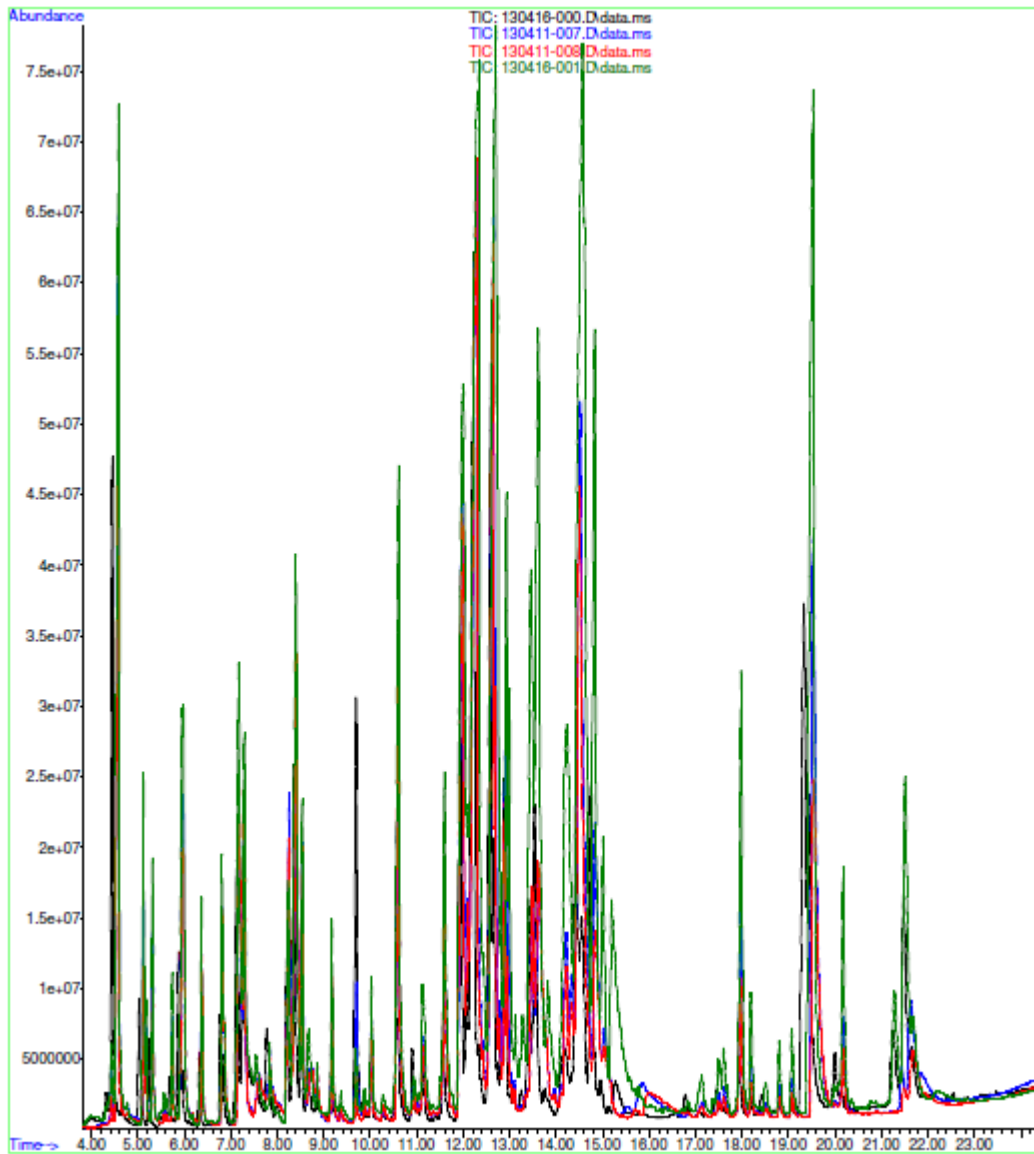
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

62. **Segmento de 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

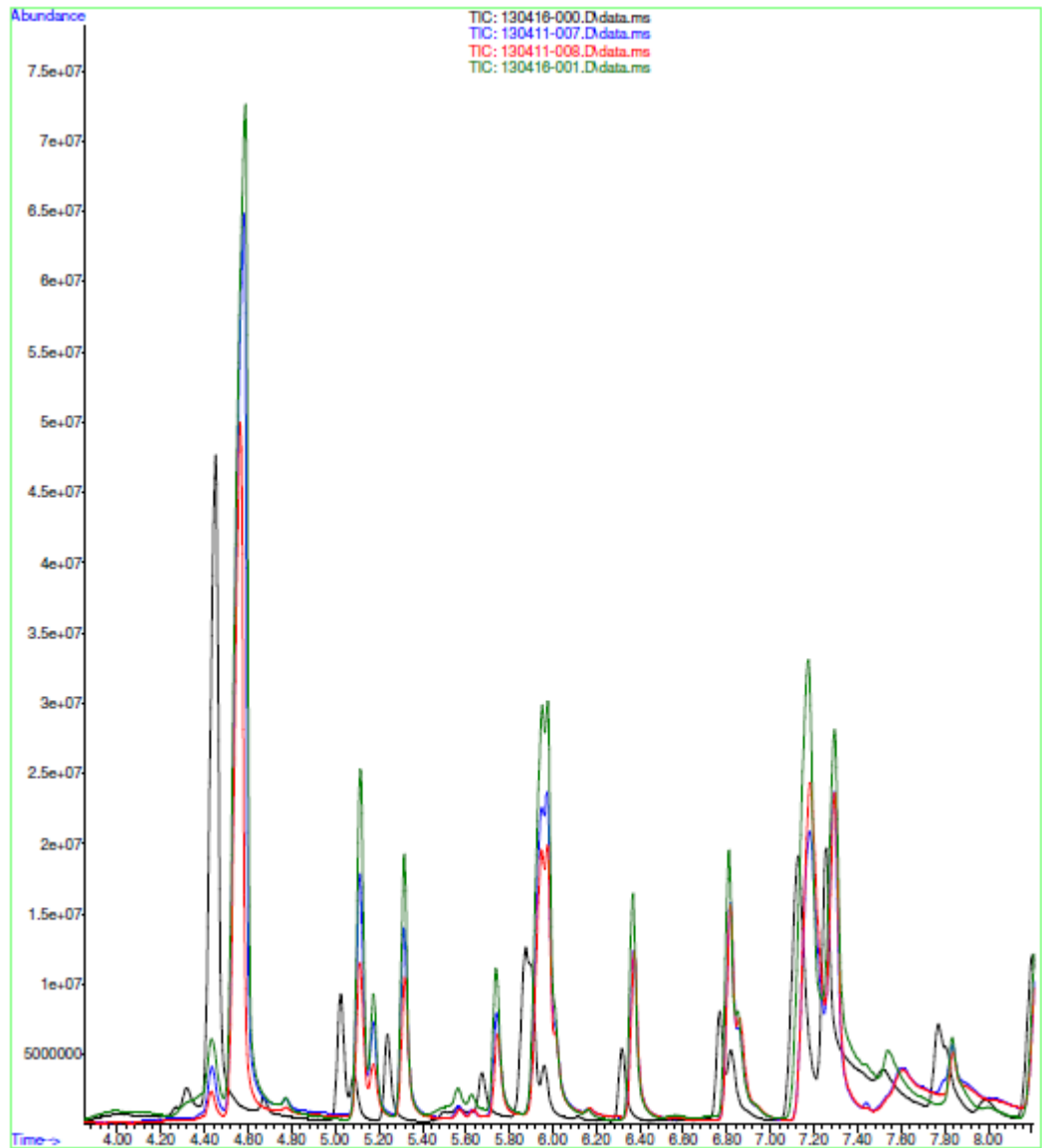
63. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

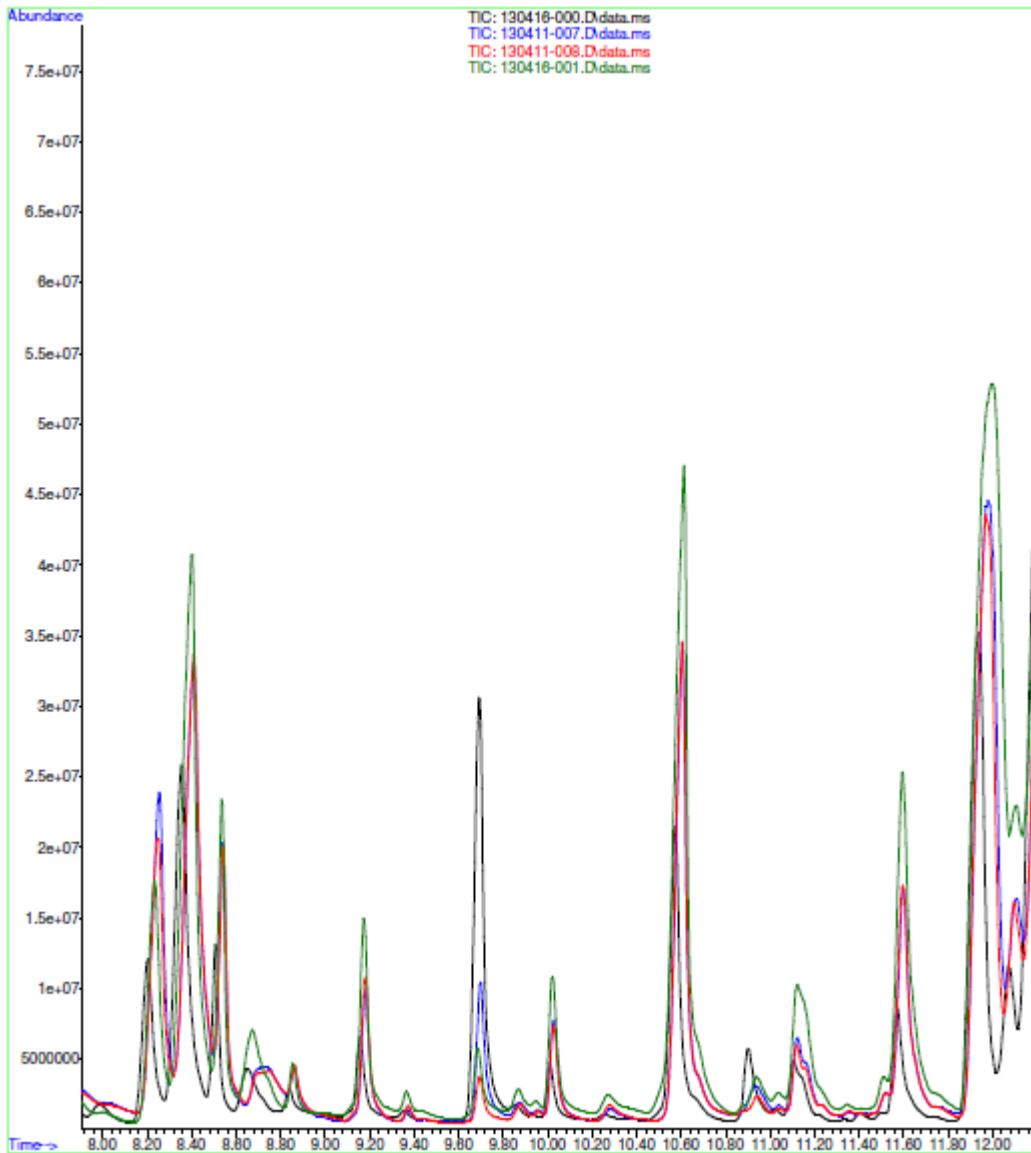
64. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenidos de hojas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

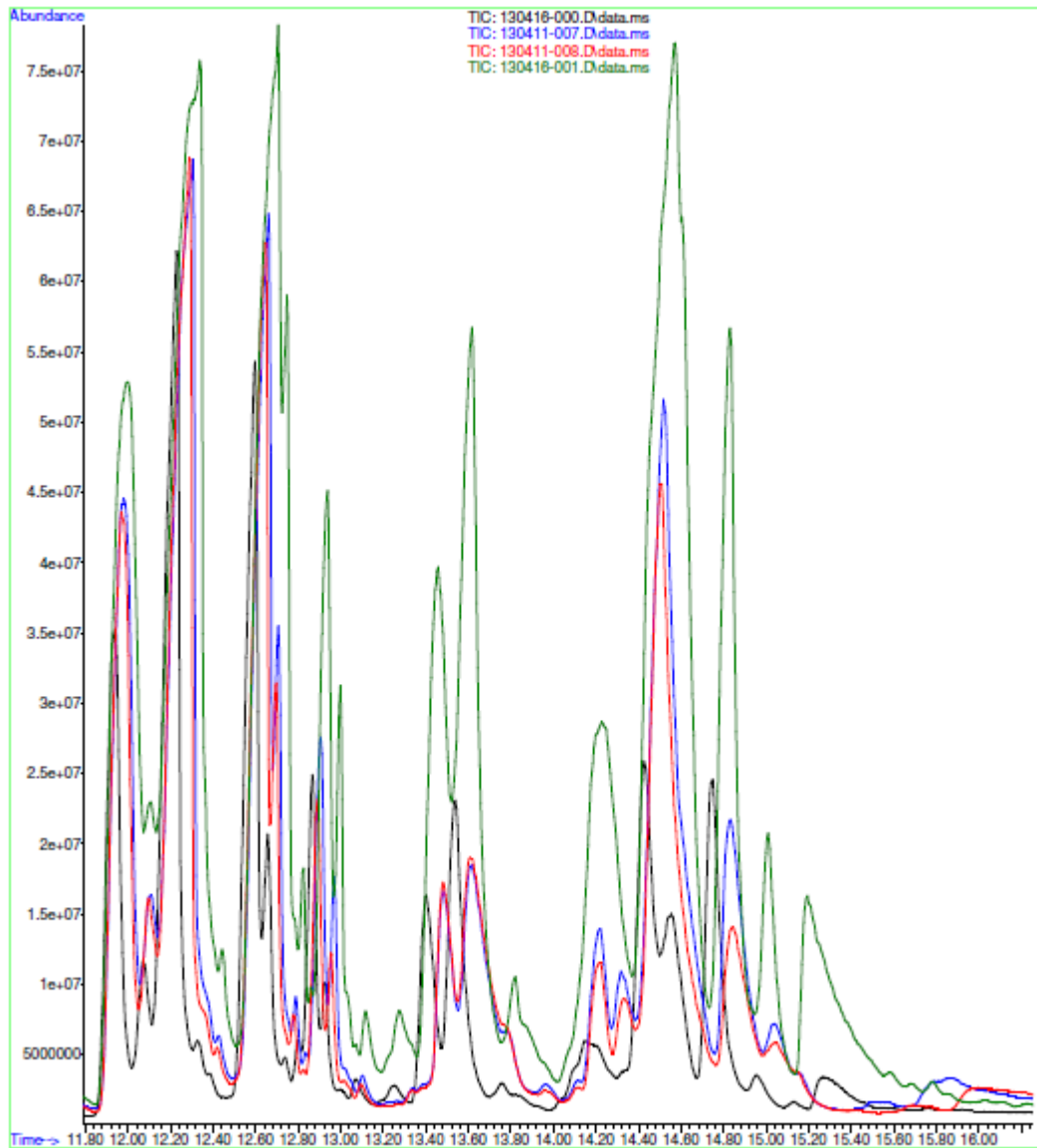
65. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

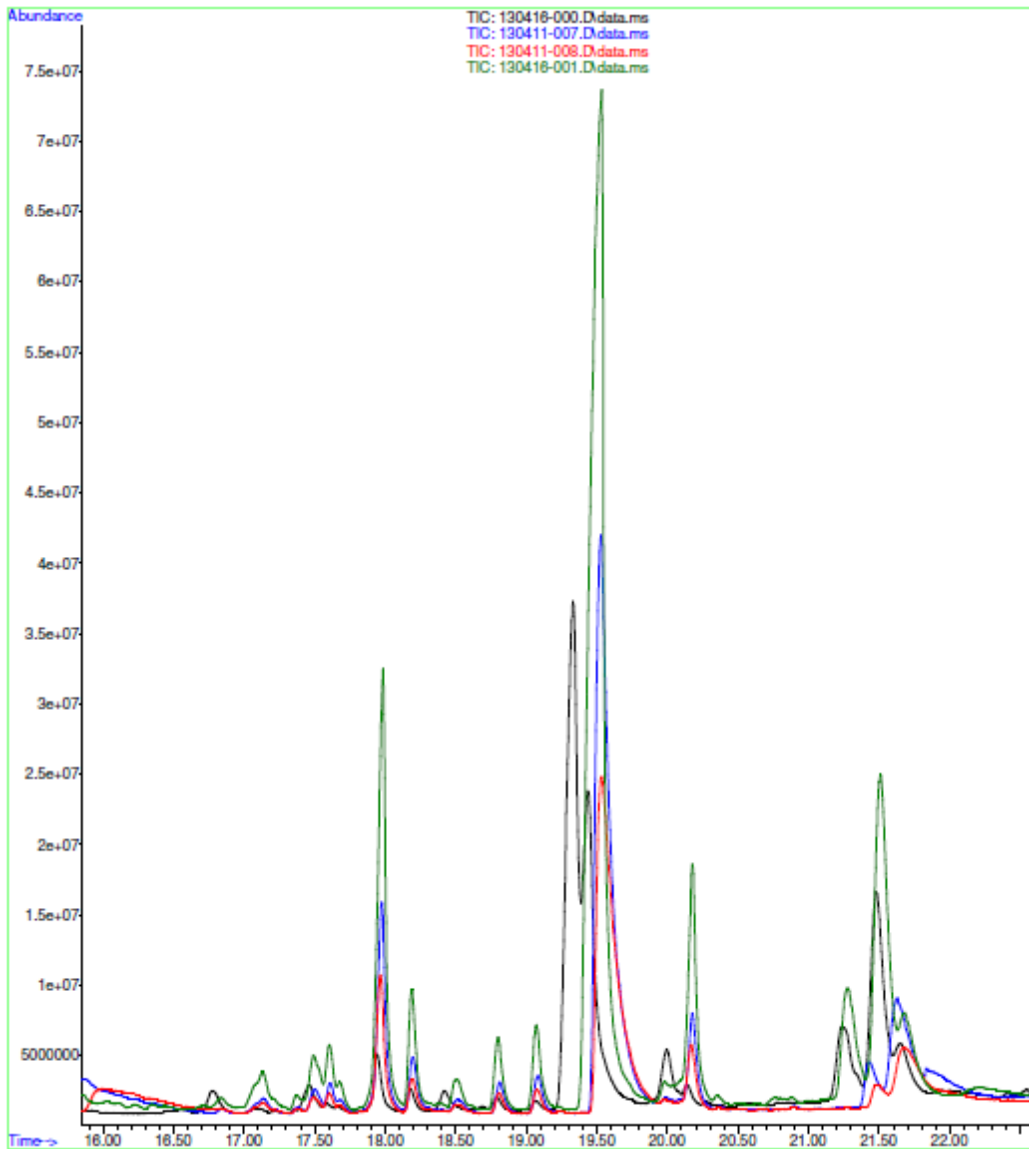
66. **Segmento 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenidos de hojas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

67. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

68. **Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas con un tiempo de extracción de 120 minutos**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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	4.437	0.29	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, didehydro deriv.	15391	058037-87-9	93
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	15380	002867-05-2	90
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-	15375	002867-05-2	90
2	4.582	4.83	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	86
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	86
			.alpha.-Pinene	15181	000080-56-8	83
3	4.737	0.03	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	95
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	90
4	4.773	0.14	C:\Database\NIST05a.L Camphene	15152	000079-92-5	93
			Camphene	15160	000079-92-5	83
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	60
5	5.114	0.79	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	91
6	5.178	0.34	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	95
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
7	5.319	0.68	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	30170	006580-95-6	59
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	38
8	5.569	0.04	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene	15204	000099-83-2	91
			.alpha.-Phellandrene	15202	000099-83-2	90
			.alpha.-Phellandrene	15203	000099-83-2	87
9	5.633	0.03	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene	15157	013466-78-9	96
			4-Carene	15150	1000150-36-1	94
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	94
10	5.742	0.44	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15319	000554-61-0	97

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
			imethyl- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr imethyl-	15317	000554-61-0	95
11	5.951	1.23	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methyle thanyl)-, (R)- D-Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thanyl)-, (S)-	15361 15165 15359	001461-27-4 005989-27-5 005989-54-8	81 60 58
12	5.974	1.29	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)-	15200 15198 15374	000555-10-2 000555-10-2 028634-89-1	91 91 91
13	6.374	0.65	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 15354	000099-85-4 000099-85-4 000099-85-4	95 94 94
14	6.816	1.23	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thylidene)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thylidene)-	15169 15339 15338	029050-33-7 000586-62-9 000586-62-9	98 97 97
15	7.180	2.10	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	25636 25643 107591	000078-70-6 000078-70-6 007149-26-0	86 86 58
16	7.293	1.72	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 4-(1-methylethyl)- Undecane, 6-methyl- Undecane, 6-methyl-	18552 36441 36447	052896-87-4 017302-33-9 017302-33-9	47 43 43
17	7.607	0.83	C:\Database\NIST05a.L 2-Decanol 2-Nonanol 2-Chloroethyl methyl ether	28338 20298 2494	001120-06-5 000628-99-9 000627-42-9	53 53 52
18	7.839	1.05	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2,2'-oxybis- Butane, 2,2-dimethyl- Octane, 2-bromo-	28370 1799 51586	056762-00-6 000075-83-2 000557-35-7	43 38 35
19	8.258	2.09	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-me thyl-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-me	22939 22938	024545-81-1 024545-81-1	93 93

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
			thyl-1-(1-methylethyl)- Phenol, 2-methyl-	5239	000095-48-7	83
20	8.408	3.53	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25781 25784 25750	020126-76-5 020126-76-5 000562-74-3	95 93 93
21	8.544	1.24	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, 1-methyloctyl ester Hexanoic acid, 3-oxo-, ethyl ester Butanoic acid, 1-methylhexyl ester	67177 28748 47261	069727-42-0 003249-68-1 039026-94-3	72 53 52
22	8.740	0.71	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl- p-menth-1-en-8-ol 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25798 25545 25797	000098-55-5 1000157-89-9 000098-55-5	95 91 87
23	8.863	0.35	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, sec-octyl ester Malonic acid diisopropyl ester (-)-cis-Myrtanyl acetate	37545 49041 54249	054515-77-4 013195-64-7 1000157-78-2	27 16 10
24	9.181	0.57	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	107591 44354 15283	007149-26-0 000115-99-1 003338-55-4	91 86 80
25	9.377	0.04	C:\Database\NIST05a.L Sulfurous acid, 2-pentyl propyl es ter 2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol , Z,Z- 3-Carene, 2-acetyl-	53216 24180 41618	1000309-15-1 1000141-11-9 1000156-14-0	37 25 12
26	9.699	0.63	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 Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester	54340 54321 54323	005655-61-8 092618-89-8 092618-89-8	99 97 96
27	9.877	0.12	C:\Database\NIST05a.L 4-Carene 1S-.alpha.-Pinene Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7 ,7-trimethyl-	15150 15185 15352	1000150-36-1 007785-26-4 000508-32-7	64 64 64

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
28	9.959	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2,7,7-trimethyl- Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15186 15315 15369	007785-70-8 000514-14-7 000498-15-7	70 64 55
29	10.027	0.45	C:\Database\NIST05a.L Propanoic acid, 2-octyl ester, (R or S) Propanoic acid, nonyl ester 2-Decanol, propanoate	47280 57087 67140	1000164-41-5 053184-67-1 055683-11-9	53 32 32
30	10.282	0.09	C:\Database\NIST05a.L 2,4-Decadienal, (E,E)- 2,4-Decadienal, (E,E)- 2,4-Decadienal	24069 24067 24041	025152-84-5 025152-84-5 002363-88-4	81 74 68
31	10.609	2.69	C:\Database\NIST05a.L 1-Oxaspiro[4.5]deca-3,6-diene, 2,6,10,10-tetramethyl- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	51298 54339 15334	054344-61-5 000080-26-2 000586-62-9	94 91 90
32	10.941	0.26	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54284 54282 54279	000105-87-3 000141-12-8 000141-12-8	68 64 64
33	11.041	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)- trans-.alpha.-Bergamotene 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59890 59863 59889	026560-14-5 1000293-01-5 026560-14-5	55 45 45
34	11.123	0.55	C:\Database\NIST05a.L Thiazole, 5-methyl- Hexanoic acid, cyclobutyl ester Hexanoic acid, anhydride	3387 36136 66994	003581-89-3 1000282-83-1 002051-49-2	50 50 47
35	11.237	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)- 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)- Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-	59889 59891 59930	026560-14-5 026560-14-5 017699-05-7	78 70 53
36	11.523	0.08	C:\Database\NIST05a.L 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-,	60059	000469-61-4	98

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
			[3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-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, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60061	000469-61-4	98
			[3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-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	96
37	11.601	1.38	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Caryophyllene	59797 59800 59801	000087-44-5	99 98 98
38	11.983	5.87	C:\Database\NIST05a.L (-)-Isolodene Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59799 59980 59918	1000109-87-9 000483-76-1 150320-52-8	87 76 64
39	12.110	1.36	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.)- 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.,7aS*)]- Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	60065 60103 59918	030021-74-0 013744-15-5 150320-52-8	90 90 87
40	12.306	11.04	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)- (+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59954 59984 59869	000483-75-0 005951-67-7 054324-03-7	93 87 78
41	12.429	0.38	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]- 2,4-Quinolinediol 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.,7aS*)]-	59960 30432 60104	023986-74-5 000086-95-3 013744-15-5	97 91 83
42	12.661	7.19	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
			(-)-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
43	12.706	1.94	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.)]-	60060	000469-61-4	74
			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	72
44	12.788	0.40	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Cyclopentadiene, 1,2,3,4,5-pentamethyl-	15329	004045-44-7	90
			1,3-Cyclopentadiene, 1,2,3,4,5-pentamethyl-	15327	004045-44-7	80
			2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-	15244	000673-84-7	74
45	12.838	0.14	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	97
			Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	59954	000483-75-0	96
			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	94
46	12.906	1.80	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
47	12.970	1.02	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-1,5,8-trimethyl-	39070	021693-51-6	80
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,	39069	030316-36-0	80

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
			6,8-trimethyl-			
48	13.102	0.18	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- , [1R-(1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)]- Isoledene	60029	017627-24-6	95
			Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahyd ro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- , [1S-(1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)]-	59783	1000156-10-8	93
				60030	024406-05-1	90
49	13.338	0.09	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1- (1-methylethyl)-3-(1-methylethylid ene)-, (S)- (-)-Isoledene	59984	005951-67-7	89
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)- (1S-cis)-	59799	1000109-87-9	89
				59978	000483-76-1	83
50	13.484	1.81	C:\Database\NIST05a.L Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2 ,2-dimethyl- 1,4-Benzenediol, 2,5-bis(1,1-dimet hylethyl)- Methanol, [4-(1,1-dimethylethyl)ph enoxy]-, acetate	62127	056619-94-4	43
				72743	000088-58-4	38
				72615	054889-98-4	38
51	13.616	3.03	C:\Database\NIST05a.L 1-Dimethyl(phenyl)silyloxypentane N-Methyl-1-adamantaneacetamide 3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0 .0(4,11)]undecan-1-ol	72668	1000280-41-7	47
				62175	031897-93-5	46
				72963	117591-80-7	40
52	13.784	0.61	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Phthalazinedione, 2,3-dihydro- 6-nitro- 2-Amino-4-hydroxy-6,8-dimethyl-7(8 H)-pteridinone Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2 ,2-dimethyl-	62318	003682-19-7	27
				62325	025477-64-9	27
				62127	056619-94-4	27
53	13.962	0.21	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8, 8-trimethyl-9-methylene-, [1S-(1.a lpha.,3a.beta.,4.alpha.,8a.beta.)]	71465	006750-60-3	70
				71464	006750-60-3	70
				60020	000475-20-7	55

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
54	14.116	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6	46
			2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methyl-2-ethylethenyl)-, acetate, (1R-cis)-1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)-	52738	007111-29-7	41
55	14.221	1.48	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)-1,4-Methanoazulene, decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,8a.beta.)]2-Hydroxy-2,4,4-trimethyl-3-(3-methylbuta-1,3-dienyl)cyclohexanone	59929	000495-61-4	42
				60020	000475-20-7	38
56	14.321	1.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Cedrol	72887	000077-53-2	94
			Cedrol	72884	000077-53-2	87
57	14.521	10.17	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.)]-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
58	14.830	3.32	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Cadinol	72908	000481-34-5	99
			Epiglobulol	72900	1000150-05-1	41
59	15.040	0.91	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Bisabolol	72913	072691-24-8	64
			.alpha.-Bisabolol	72915	000515-69-5	58
60	15.513	0.05	C:\Database\NIST05a.L			
			Diepi-.alpha.-cedrene epoxide	71386	1000151-96-9	46
			4-(1H-Pyrazol-1-yl)benzeneamine	29346	017635-45-9	38
61	15.572	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			8-Quinolinol, 2-methyl-	29102	000826-81-3	30
			Alloaromadendrene oxide-(1)	71377	1000156-12-8	25
62	15.813	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Vitamin A aldehyde	114980	000116-31-4	25
			2(1H)-Pyridinone, 1-ethyl-6-methyl	16220	019038-36-9	15

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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-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	38
			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	35
			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	35
63	15.867	0.41	C:\Database\NIST05a.L 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-(1,3-dimethyl-1,3-butadienyl)-2,2,6-trimethyl-, (E)-	71455	089128-14-3	38
			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	25
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59891	026560-14-5	25
64	17.136	0.17	C:\Database\NIST05a.L Isoamyl cinnamate	69824	007779-65-9	78
			2-Propenoic acid, 3-phenyl-, 2-methylpropyl ester	59688	000122-67-8	58
			1-Hexen-3-one, 5-methyl-1-phenyl-	48712	002892-18-4	55
65	17.382	0.04	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	58
			Chola-5,22-dien-3-ol, (3.beta.,22Z)-	148998	057597-14-5	50
			3-Cyclohexylthiolane,S,S-dioxide	58023	071053-08-2	46
66	17.500	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl)-, [S-(E,Z,E,E)]-	107098	001898-13-1	55
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60003	000515-13-9	50
			Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene-2,8,8-trimethyl-2-vinyl-	59916	1000159-38-2	46
67	17.610	0.17	C:\Database\NIST05a.L Kaur-15-ene	107061	005947-50-2	64
			Kaur-16-ene	107063	000562-28-7	42
			Kaur-16-ene	107062	000562-28-7	35
68	17.682	0.08	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]heptane, 7-butyl-5-Hepten-1-ol, 2-ethenyl-6-methyl-Trachylobane	24408	018645-10-8	46
				25655	018479-48-6	43
				107064	005282-35-9	38

Continuación del anexo 68.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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
69	17.978	1.34	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 99 91
70	18.196	0.40	C:\Database\NIST05a.L 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyld odecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy l-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.bet a.,10a.alpha.,10b.beta.)]- 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyld odecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy l-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alph a.,10a.beta.,10b.alpha.)]- Ambreinolide(cis-A/B)	118755 118754 101425	001227-93-6 000596-84-9 1000215-78-1	52 50 38
71	18.510	0.13	C:\Database\NIST05a.L Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)- Kaur-16-ene Tricyclo[4.3.0.0(7,9)]non-3-ene, 2 ,2,5,5,8,8-hexamethyl-, (1.alpha., 6.beta.,7.alpha.,9.alpha.)-	107067 107063 60007	020070-61-5 000562-28-7 054832-80-3	99 76 46
72	18.810	0.19	C:\Database\NIST05a.L 7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3 ,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthre ne 5-tert-Butyl-2,2'-dimethoxy-biphen yl S-Indacene-1,7-dione, 2,3,5,6-tetr ahydro-3,3,4,5,5,8-hexamethyl-	105799 105694 105728	1000210-28-9 1000318-04-7 055591-16-7	93 30 30
73	19.083	0.23	C:\Database\NIST05a.L Androst-5-en-4-one Benzocyclododecene, 2,3-diethyl-4a ,5,6,7,8,9,10,11,12,13-decahydro- 1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3 ,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl) -, [S-(E,Z,E,E)]-	107036 107092 107097	013583-72-7 061141-65-9 001898-13-1	58 50 43
74	19.529	6.89	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-butyltetradecahydro-	61502 61430 90846	1000197-08-4 1000285-40-2 055133-89-6	50 42 40
75	19.988	0.13	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,1,2-trimethyl-3,5-b is(1-methylethenyl)-, (2.alpha.,3. beta.,5.beta.)- 1,8-Nonadiene, 2,7-dimethyl-5-(1-m ethylethenyl)- 1-Cycloheptene, 1,4-dimethyl-3-(2-	61564 51371 59937	062337-97-7 068702-20-5 1000159-38-6	38 38 35

Continuación del anexo 68

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130411-007.D
 Title :
 Acq On : 11 Apr 2013 12:53
 Operator : AdeM
 Sample : Aceite cipres 120-HO
 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

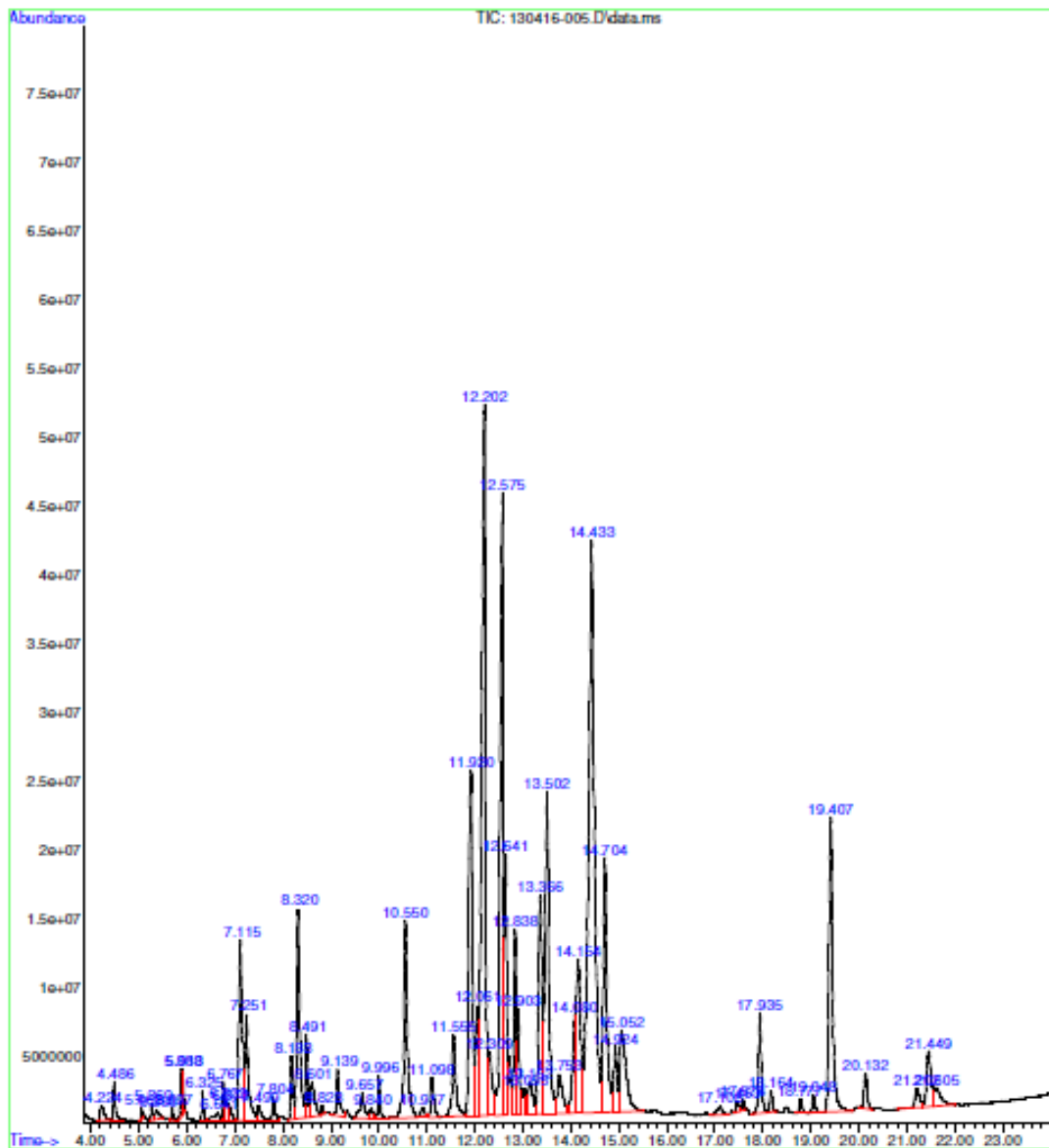
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
methyl-1-propene-1-yl)-4-vinyl-						
76	20.180	0.67	C:\Database\NIST05a.L N-Benzyl-2-(4-methoxyphenoxy)aceta mide Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl- Diazene, bis(4-ethoxyphenyl)-, 1-o xide	106179 59916 115888	118665-18-2 1000159-38-2 004792-83-0	41 35 30
77	21.430	0.34	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)-, acetate, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)-	116239 141542 116238	000511-15-9 015340-82-6 000511-15-9	96 72 52
78	21.631	1.35	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 116238 106209	000511-15-9 000511-15-9 025924-78-1	98 94 35
79	21.840	0.17	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, acetate, (4bS-trans)- 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1- methylethyl)-, (4bS-trans)- Ferruginol	141542 116238 116232	015340-82-6 000511-15-9 000514-62-5	90 83 74

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Nota: se obtuvo una búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de hojas para los tiempos de extracción de 30, 60 y 90 minutos.

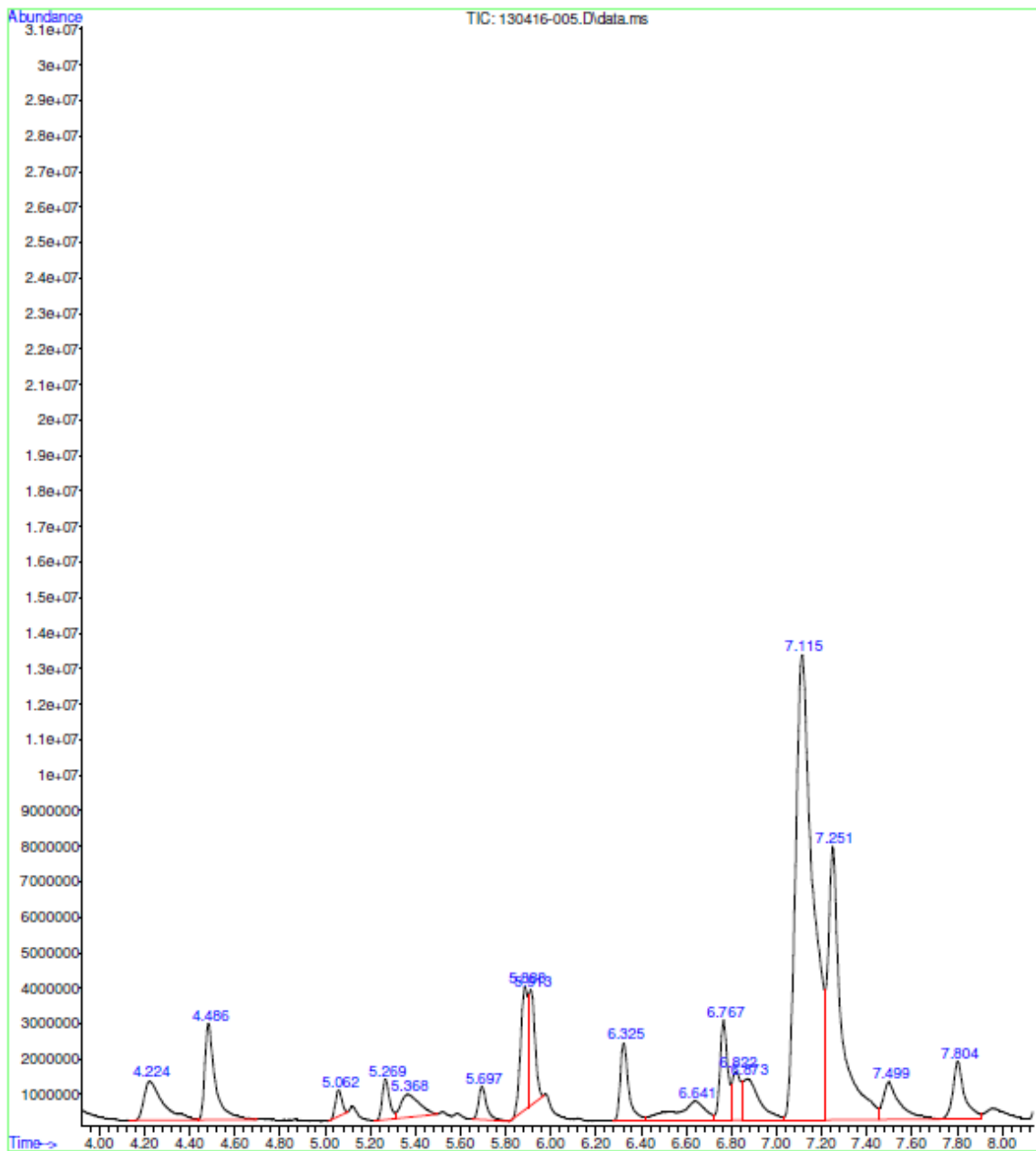
69. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 30 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-005.D
 Operator : AdaM
 Acquired : 16 Apr 2013 12:03 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name : Cipres 30-Ra
 Misc Info :
 Vial Number: 1



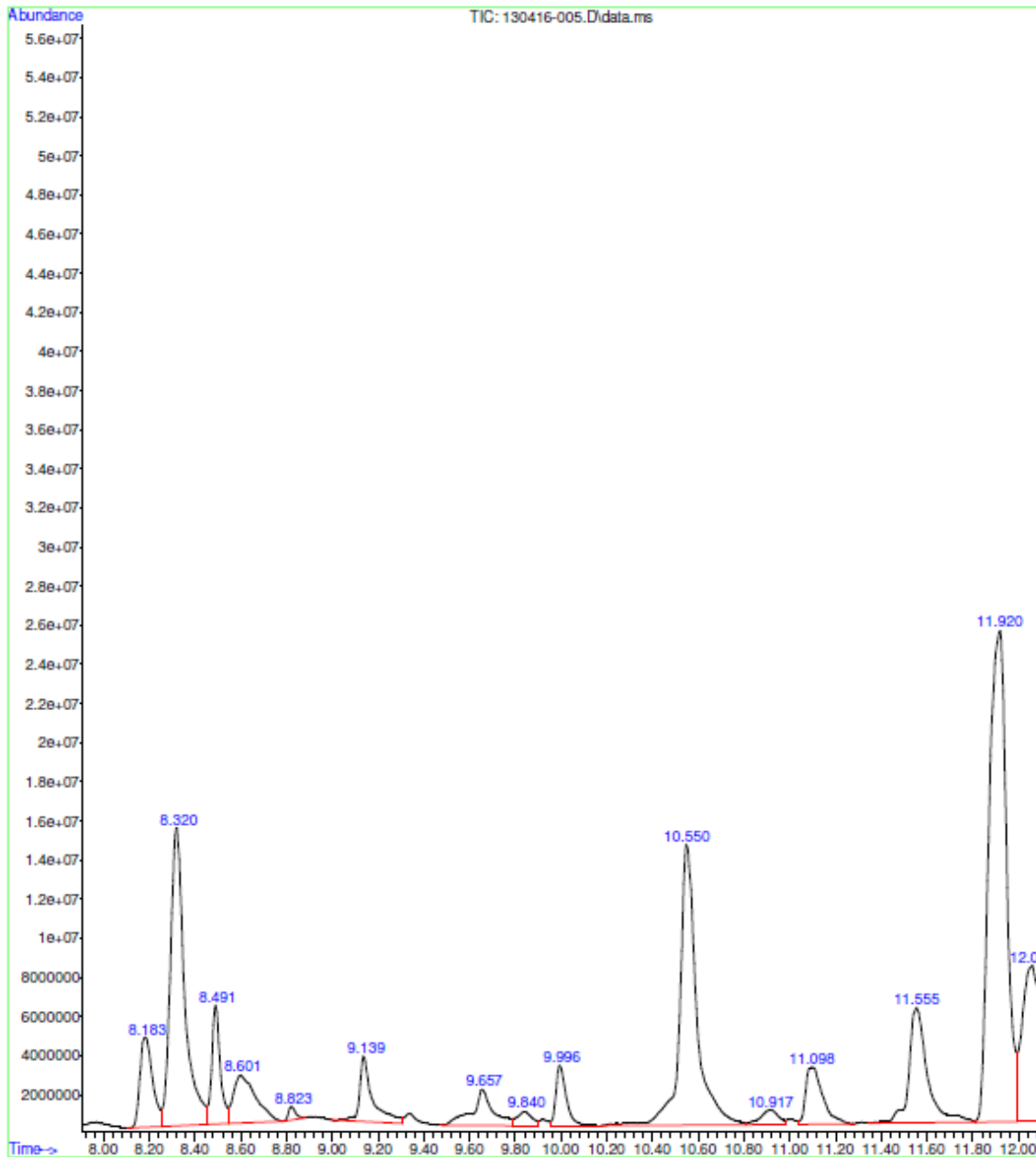
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

70. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



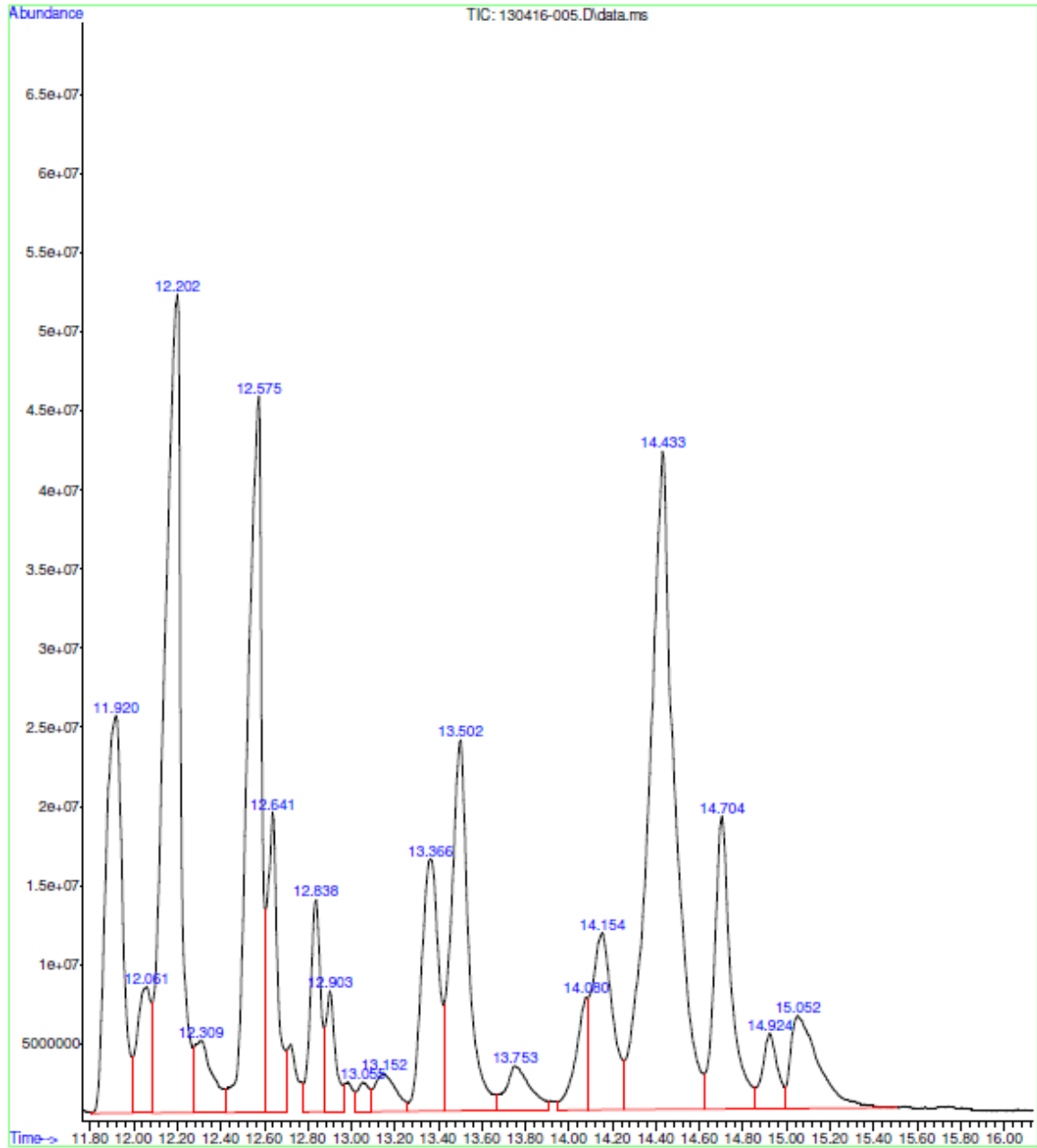
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

71. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



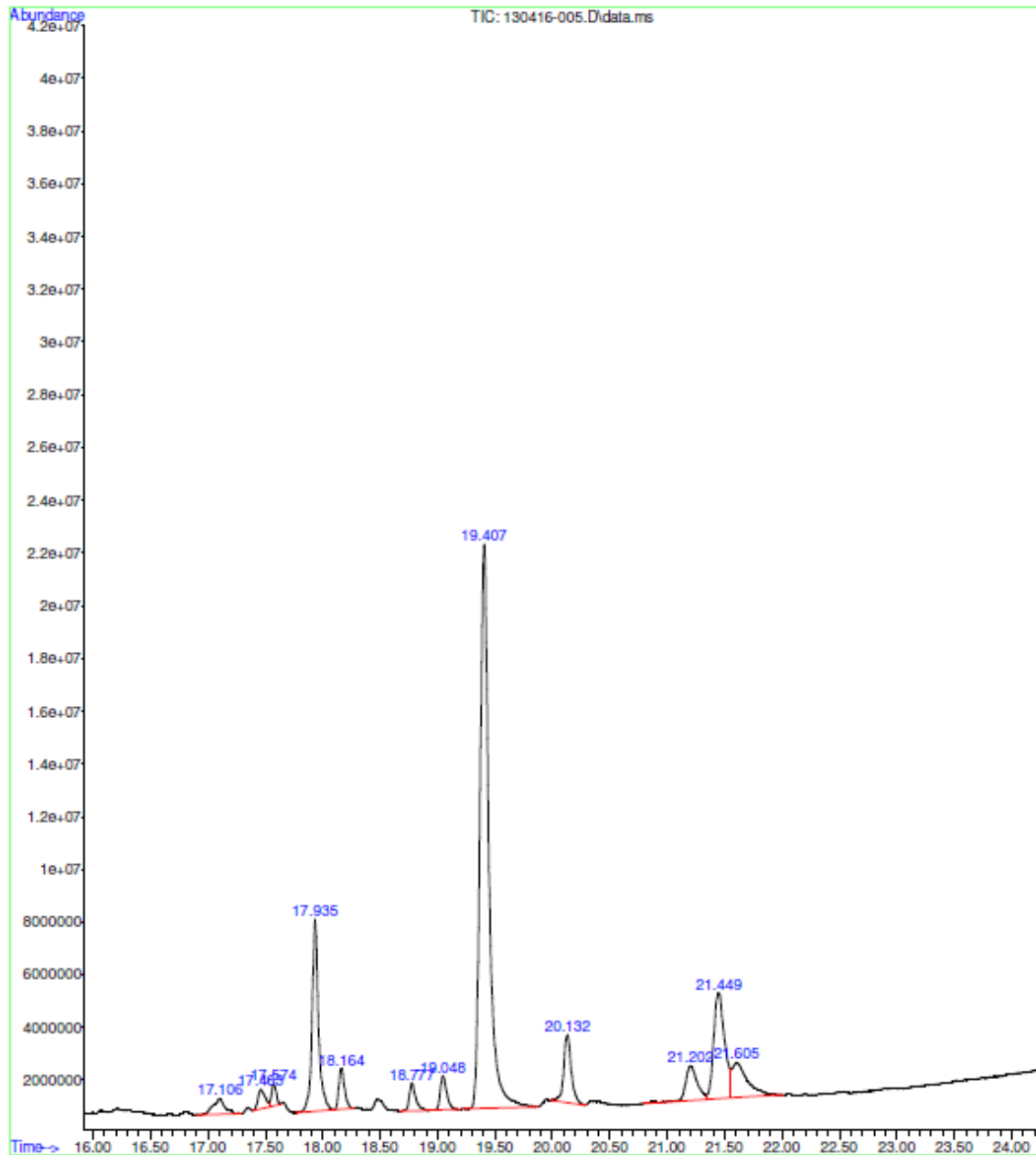
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

72. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

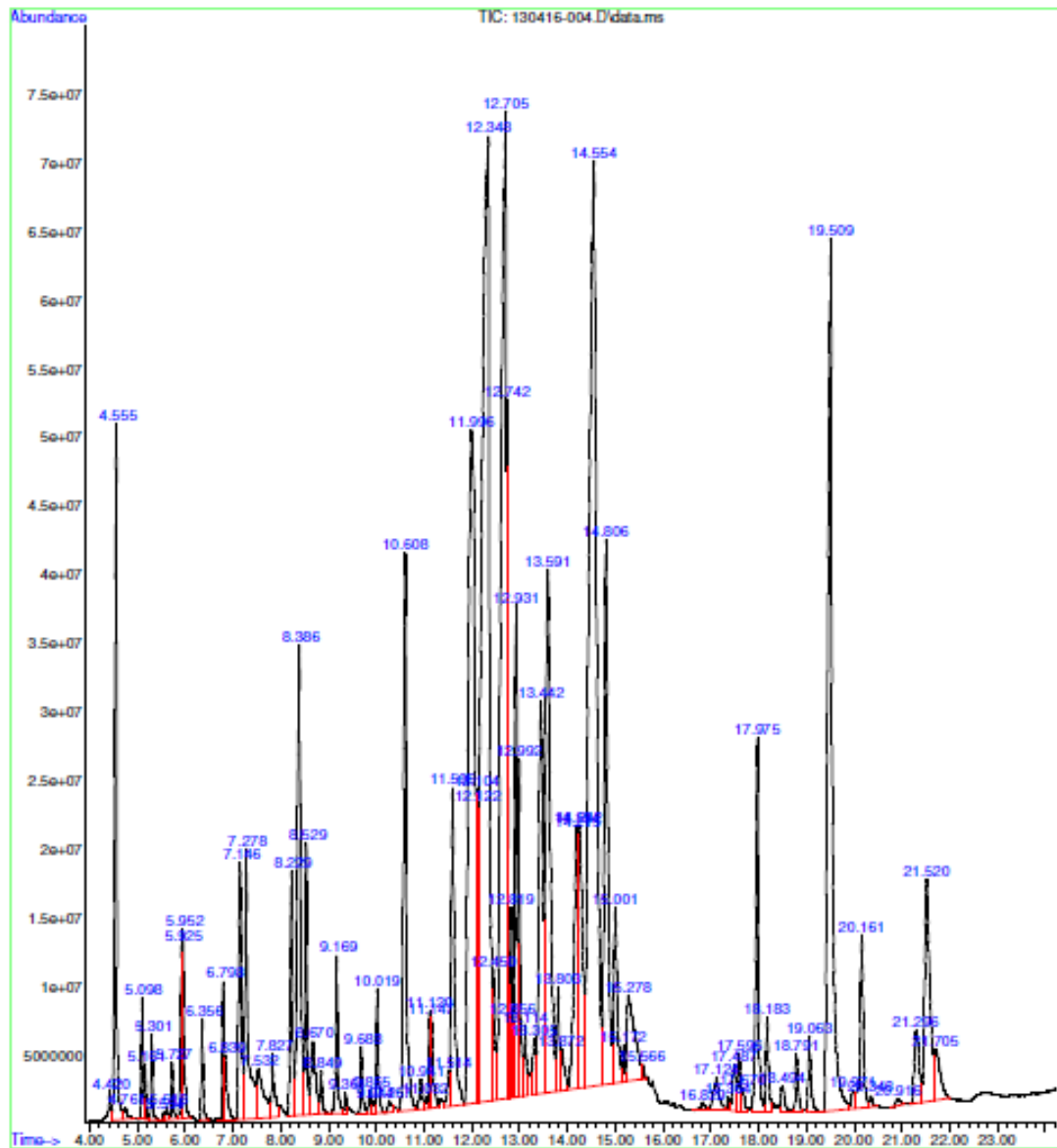
73. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

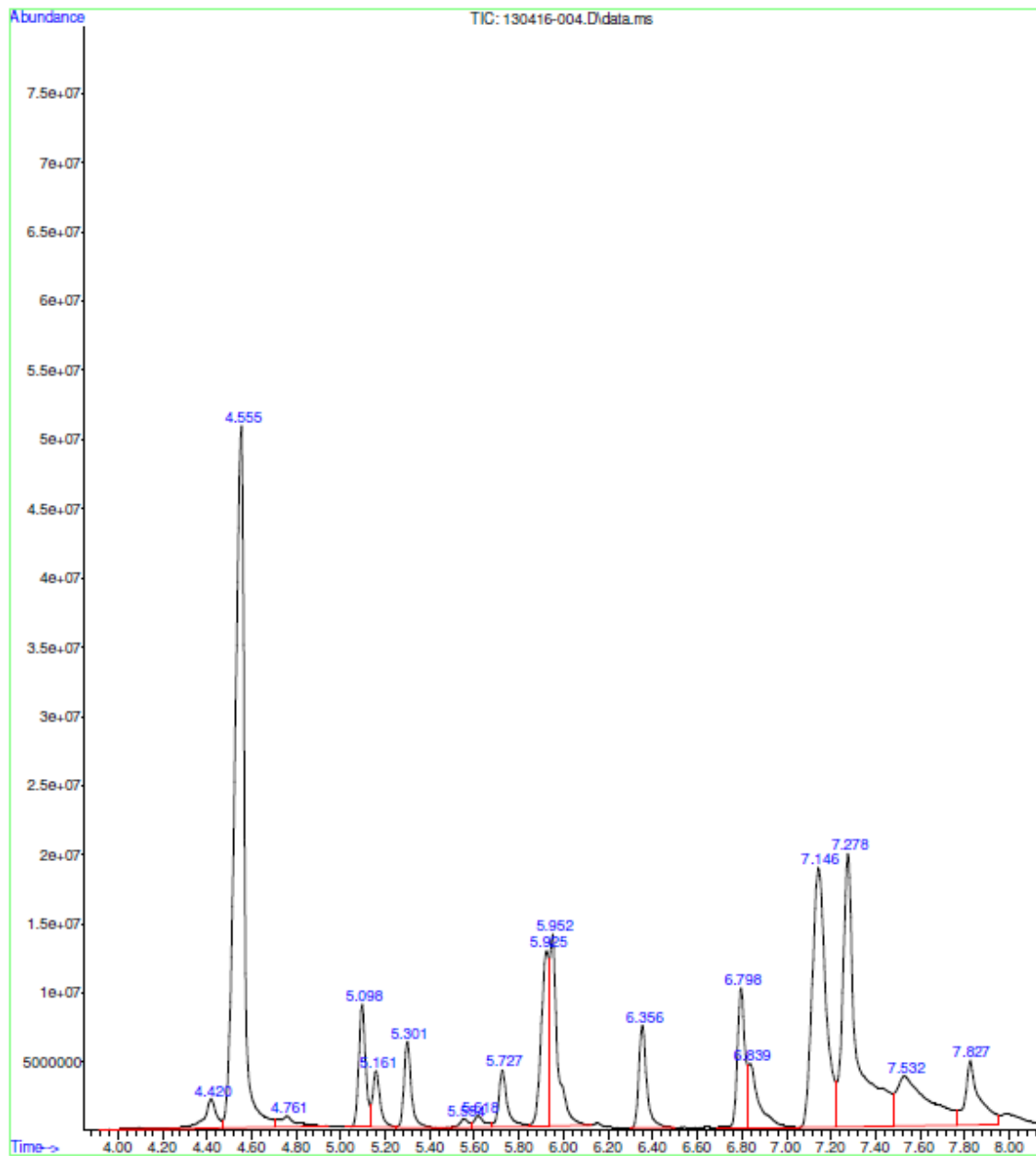
74. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 60 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-004.D
 Operator : Adem
 Acquired : 16 Apr 2013 11:27 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Cipres 60-Ra
 Misc Info :
 Vial Number: 1



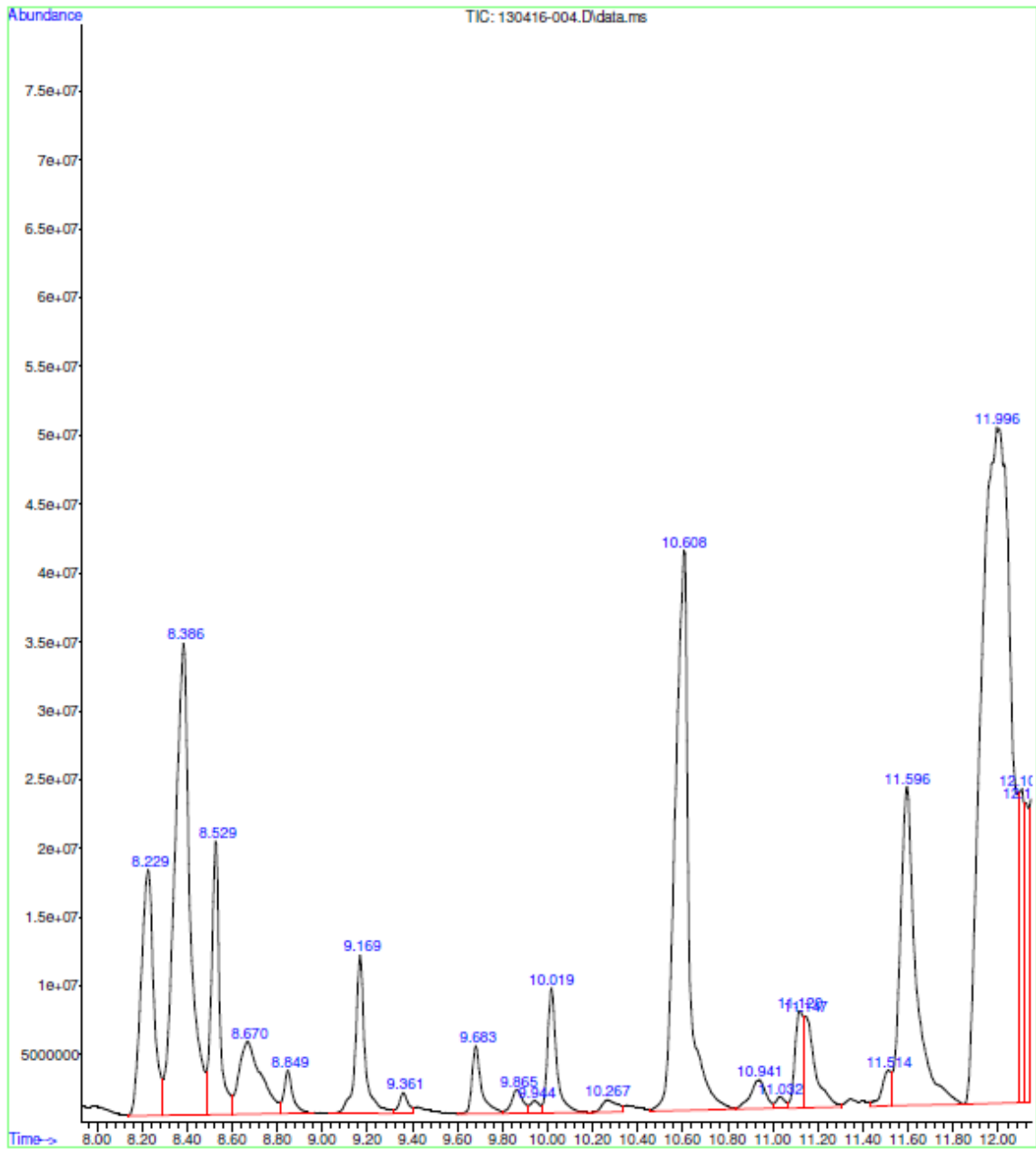
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

75. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 60 minutos



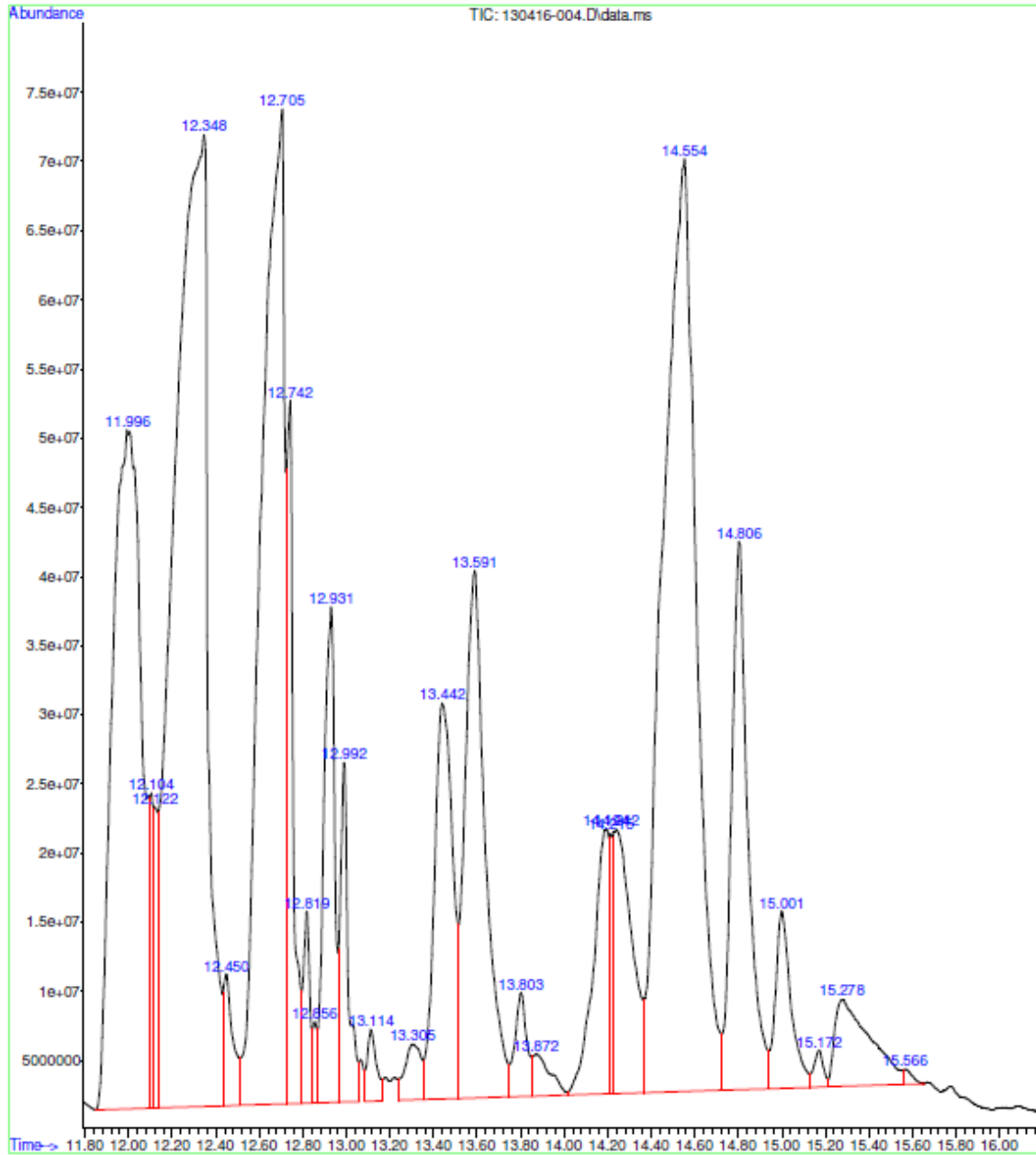
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

76. Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 60 minutos



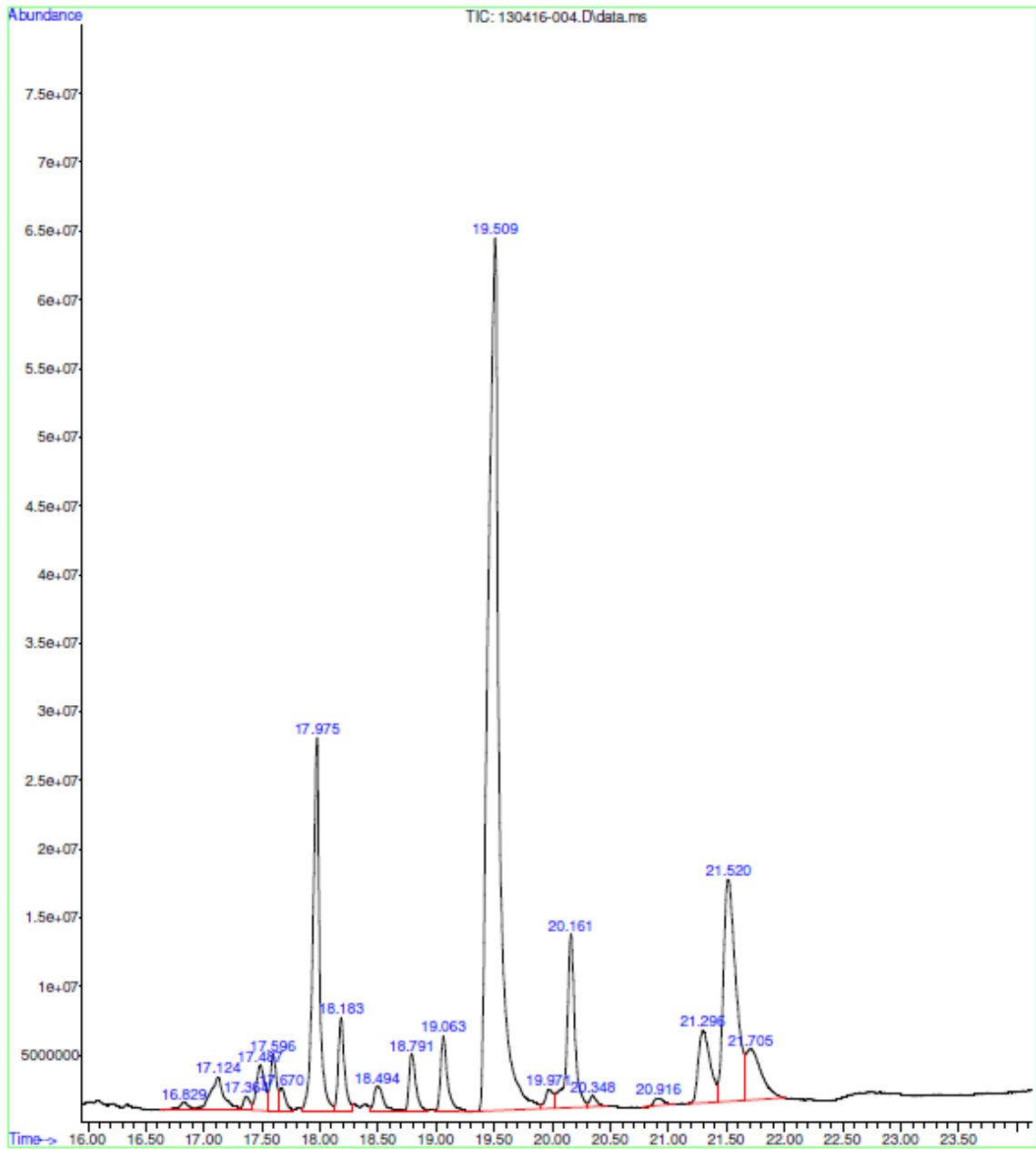
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

77. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 60 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

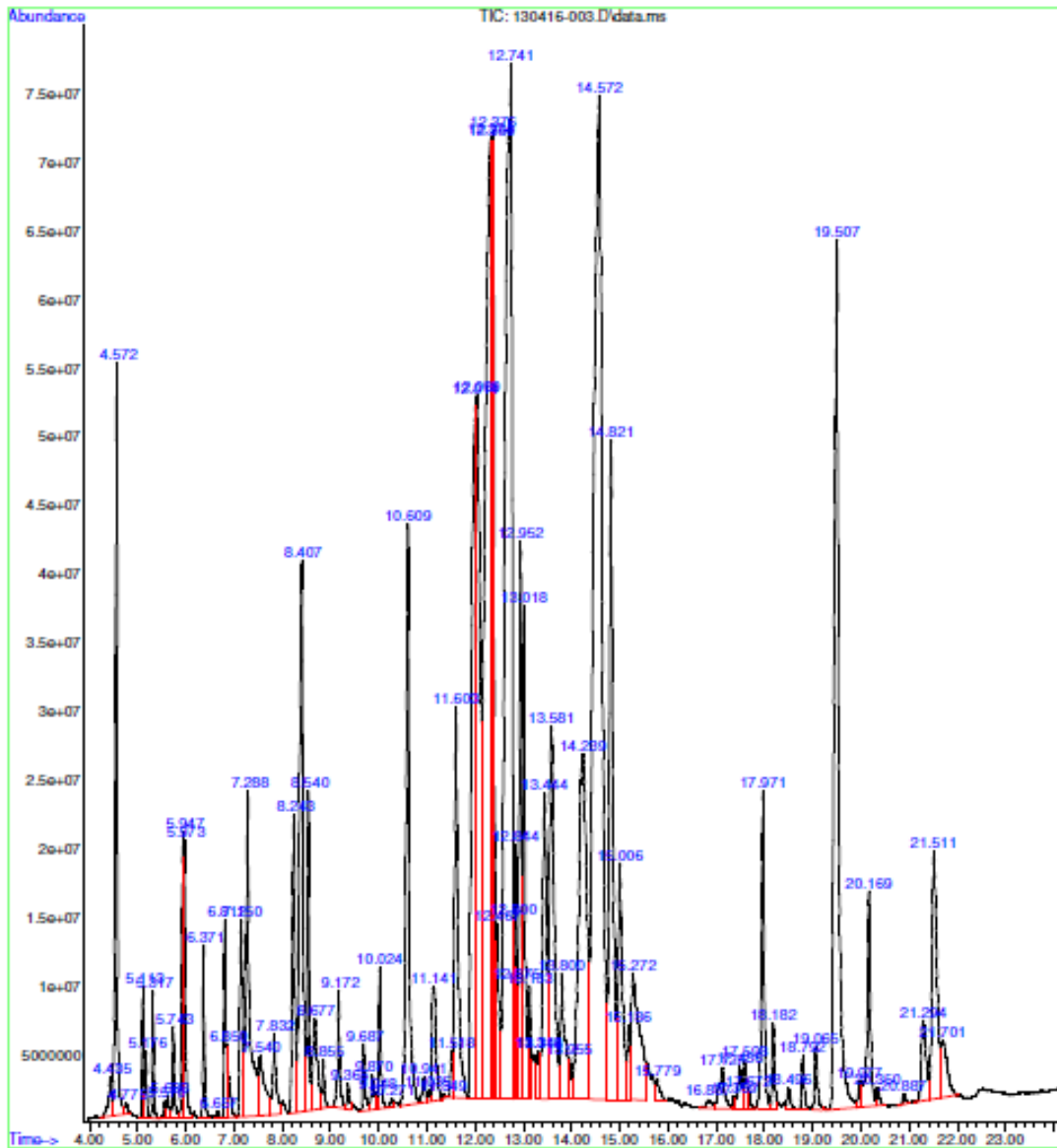
78. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 60 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

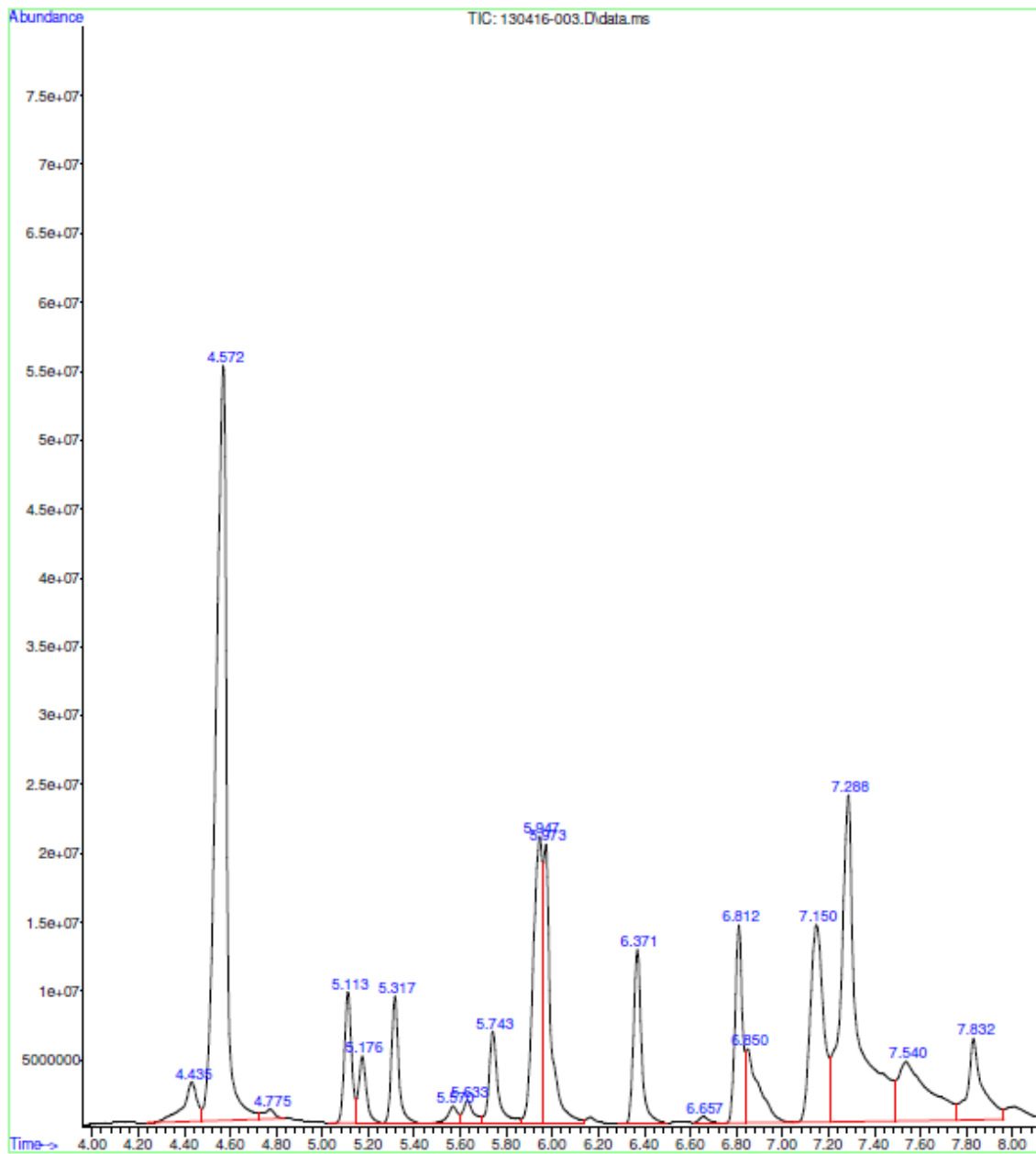
79. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 90 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-003.D
 Operator : AdoM
 Acquired : 16 Apr 2013 10:42 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Cipres 90-Ra
 Misc Info :
 Vial Number: 1



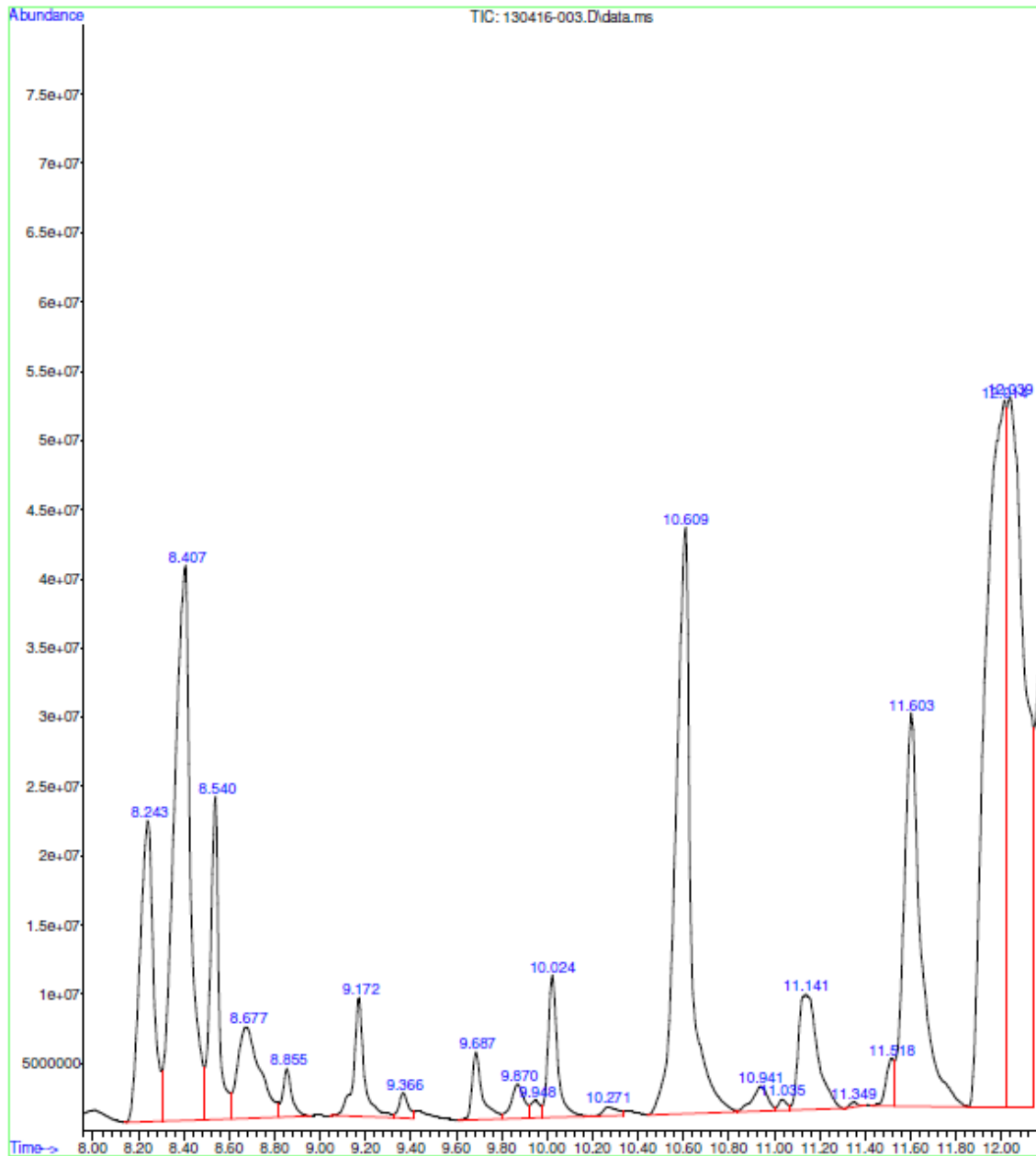
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

80. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 90 minutos**



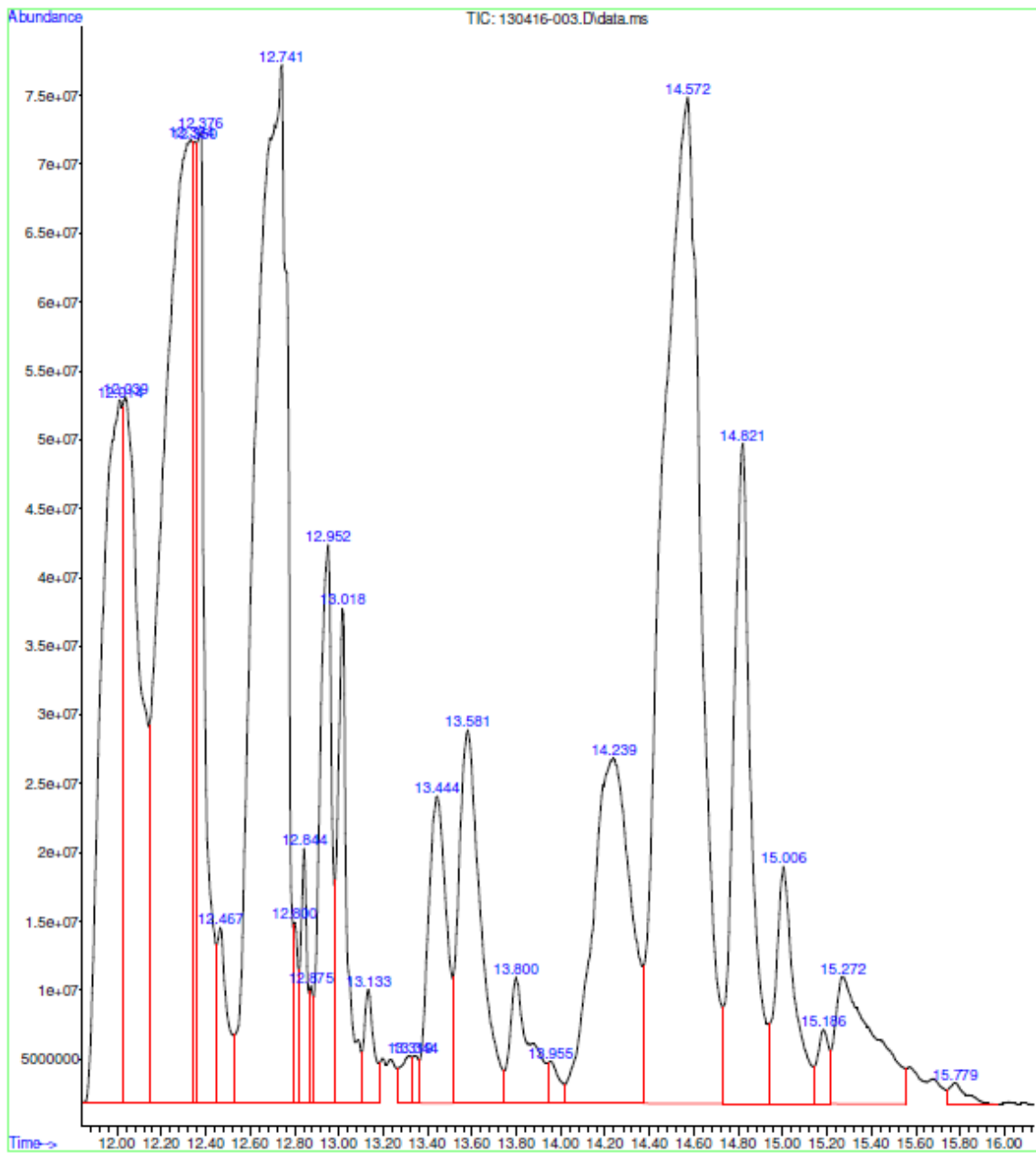
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

81. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 90 minutos**



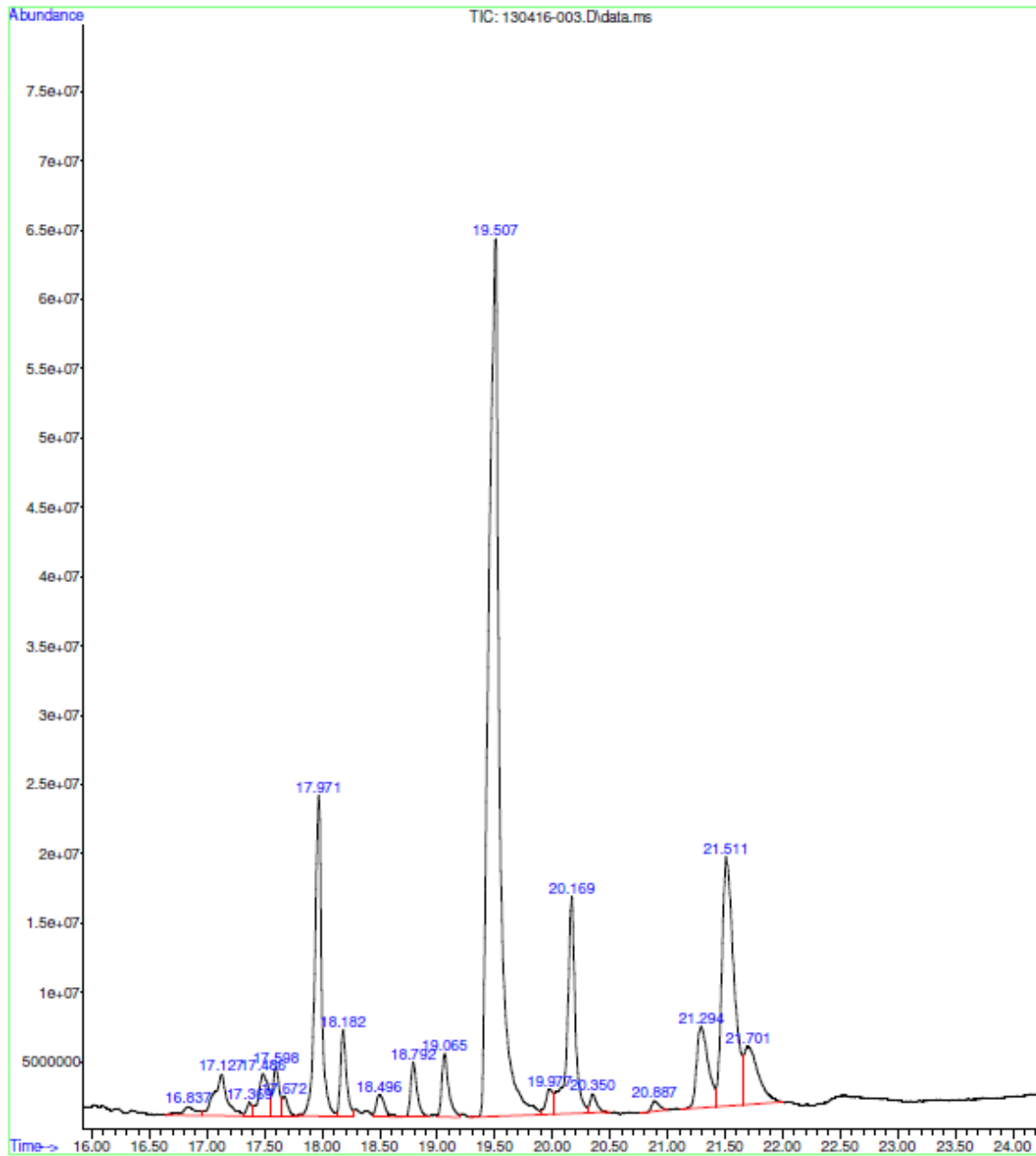
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

82. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 90 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

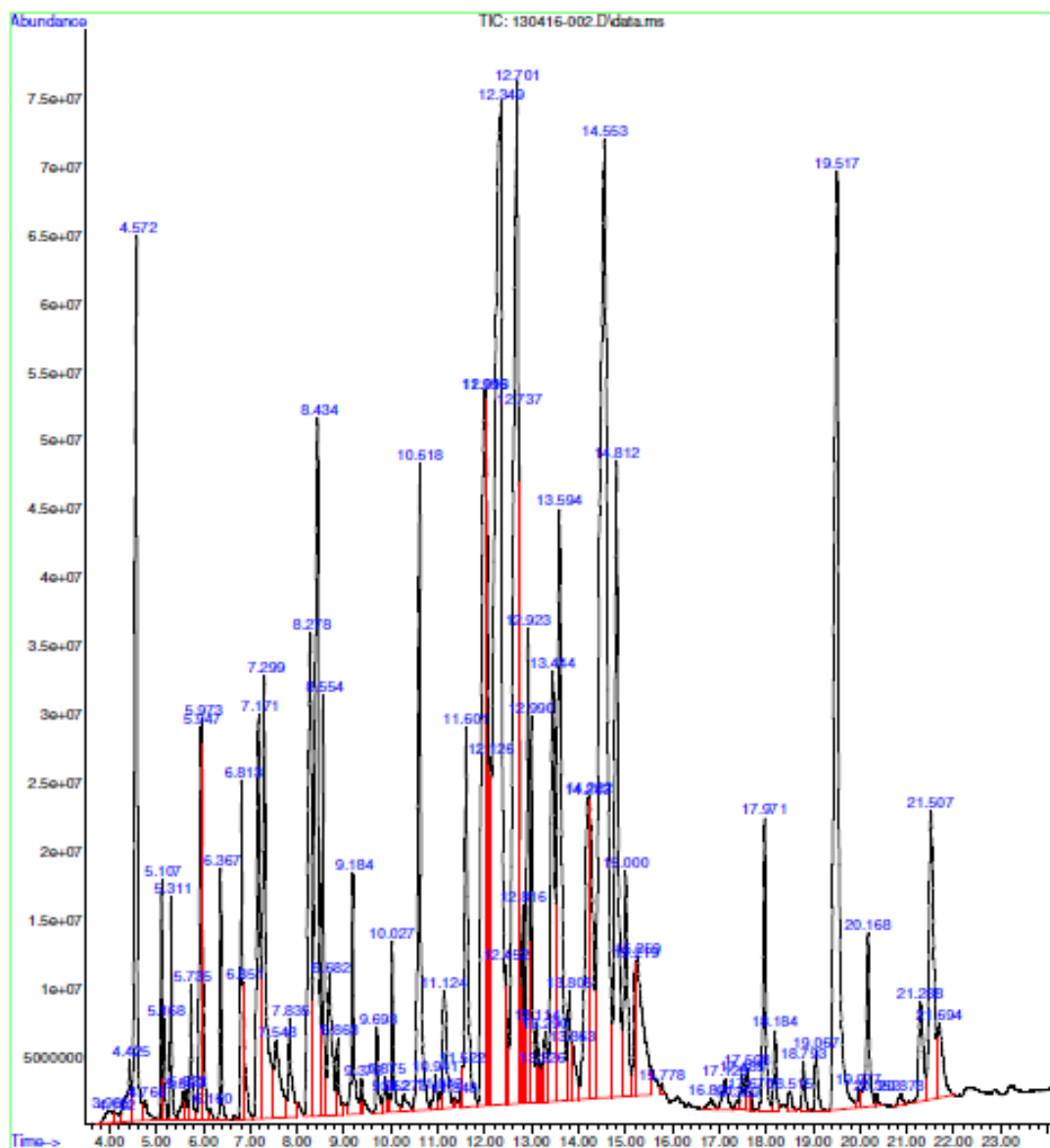
83. Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 90 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

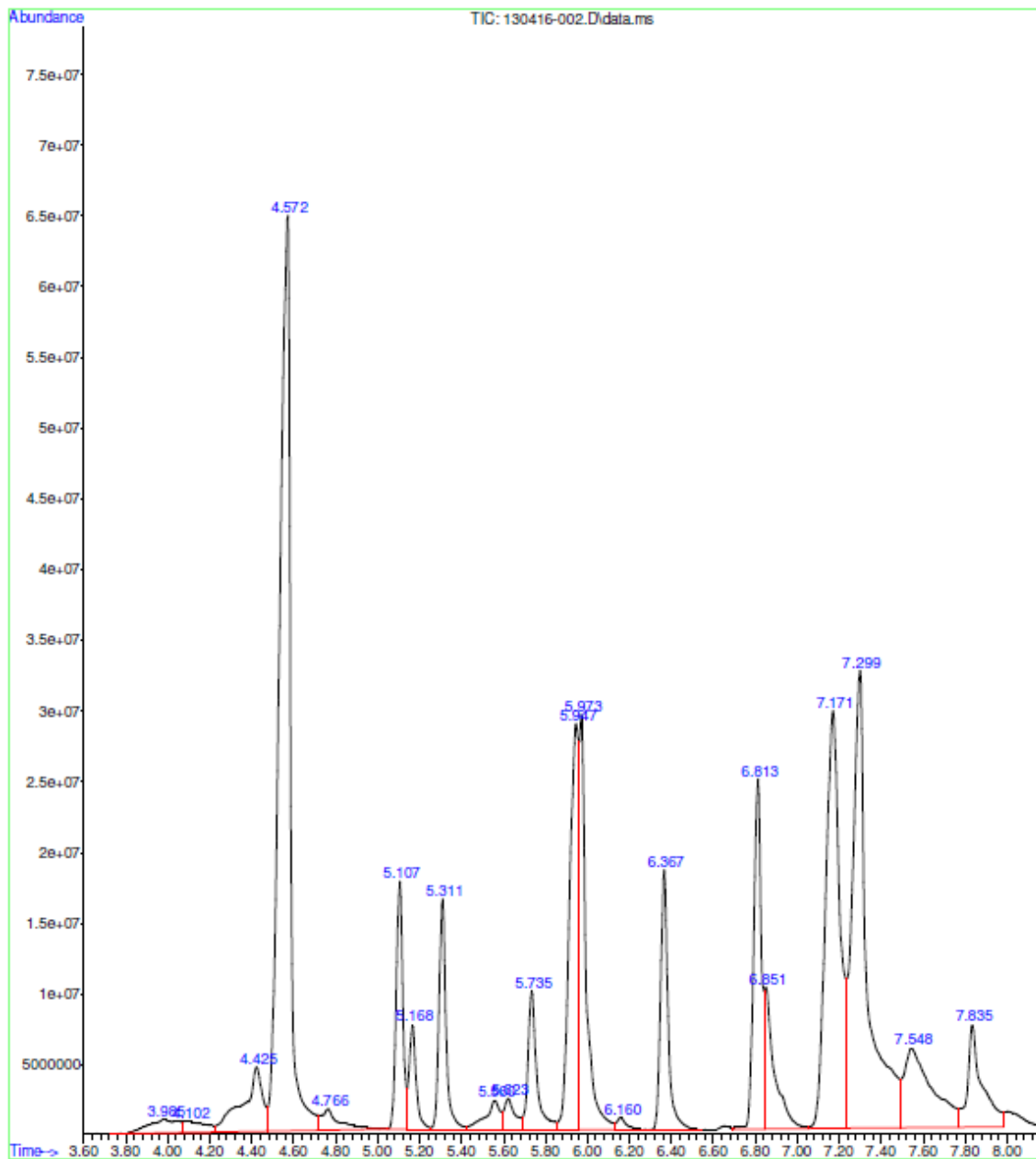
84. Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-002.D
 Operator : AdeM
 Acquired : 16 Apr 2013 10:09 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name : Cipres 120-Ra
 Misc Info :
 Vial Number: 1



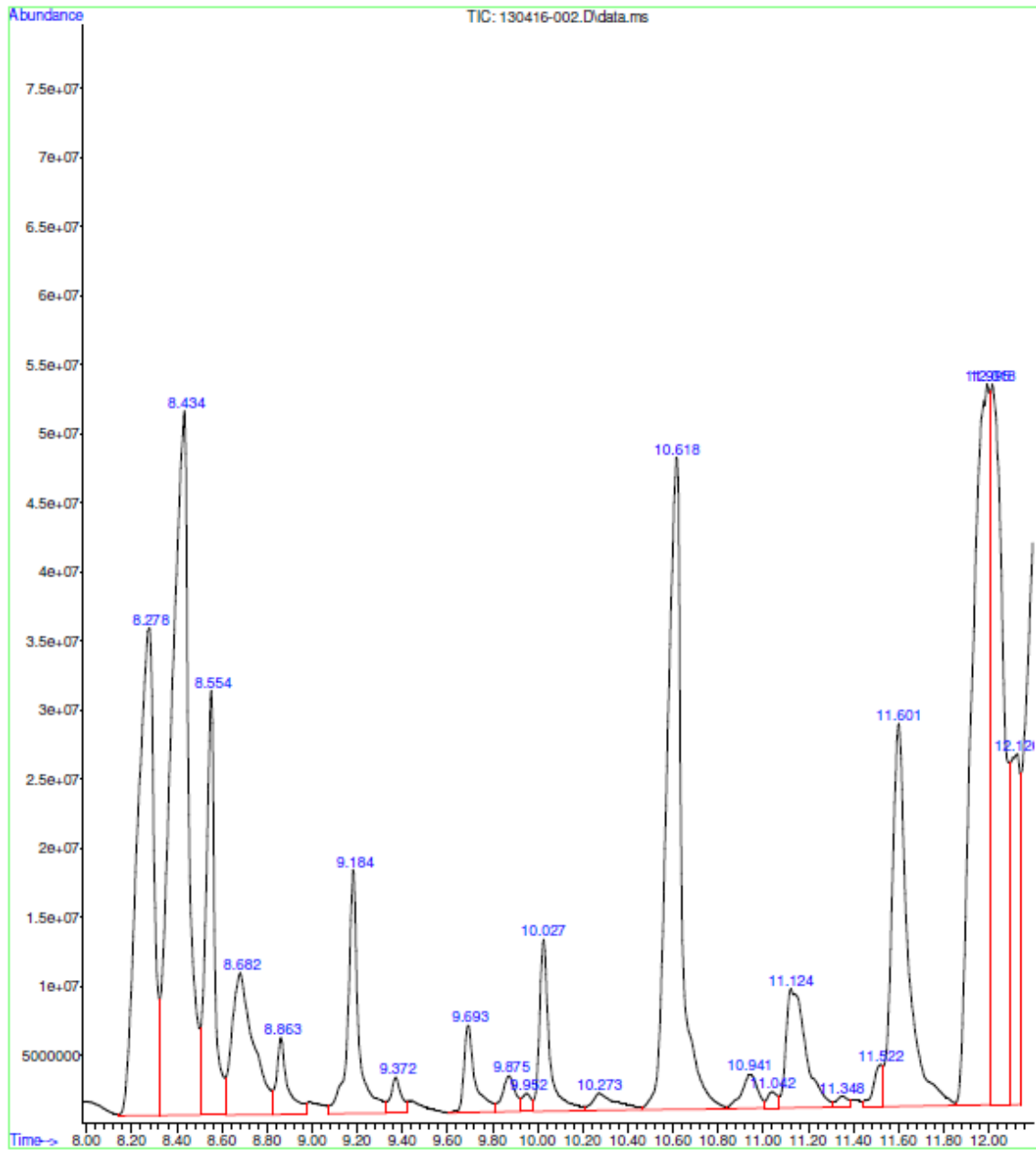
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

85. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos**



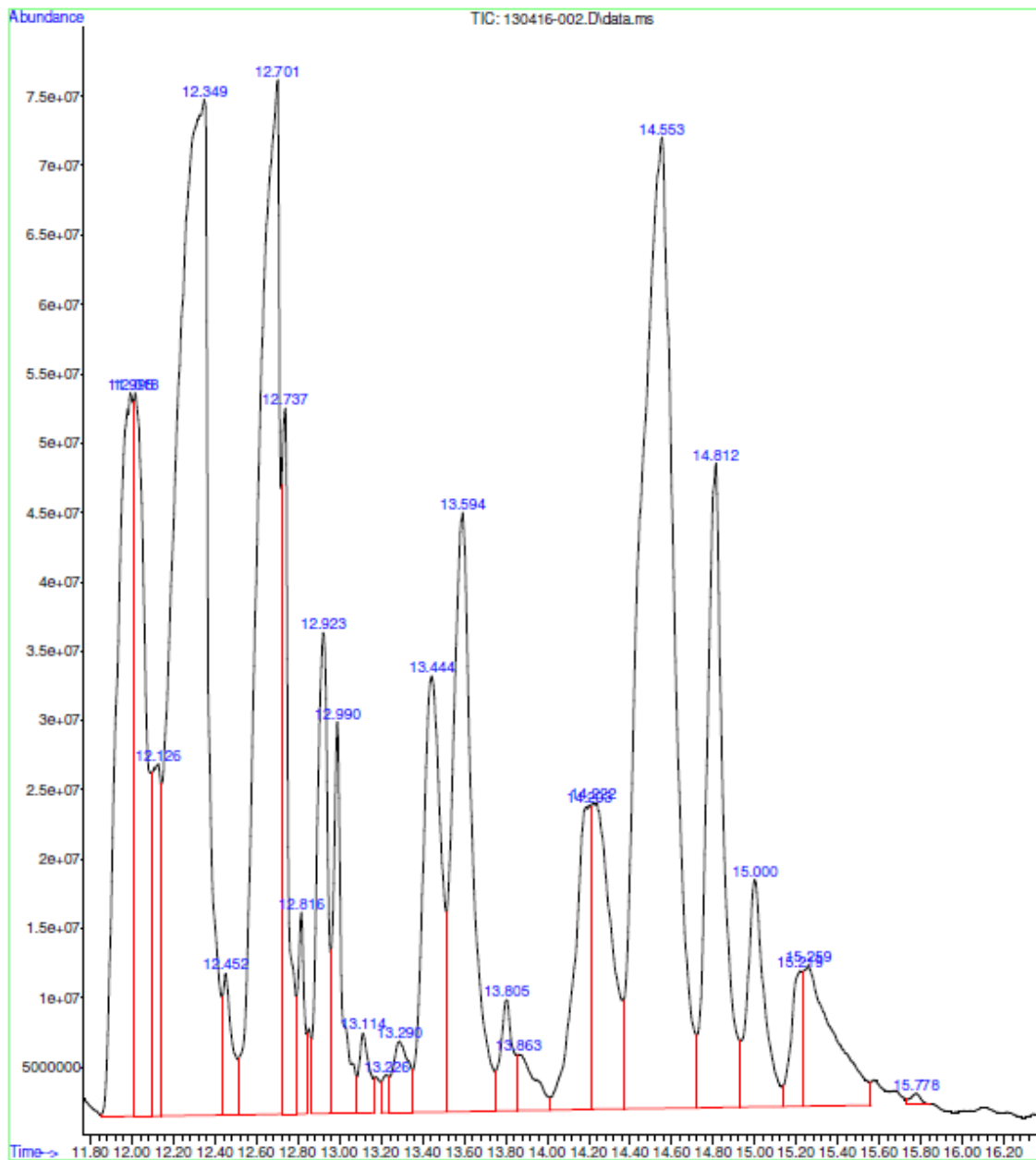
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

86. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos**



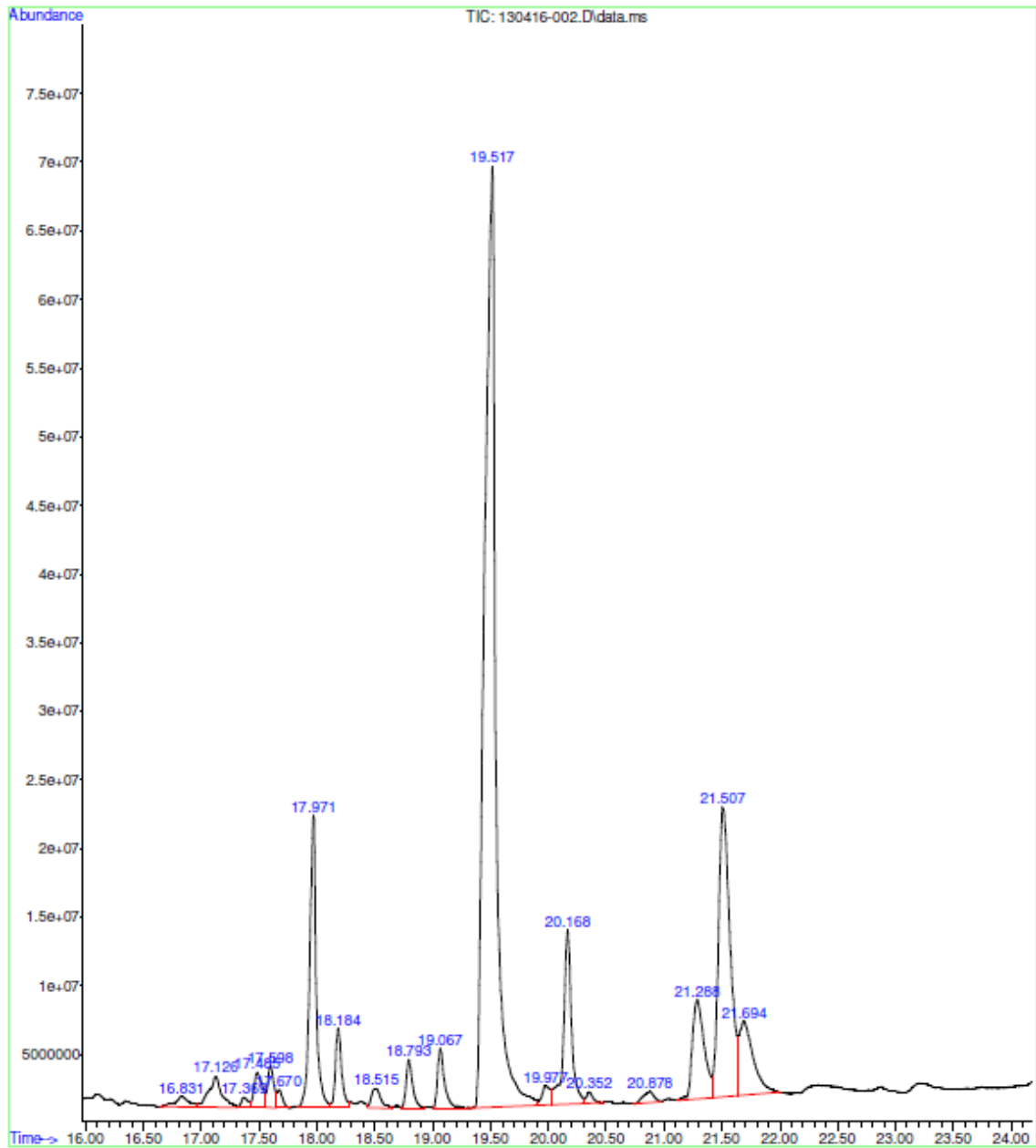
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

87. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos



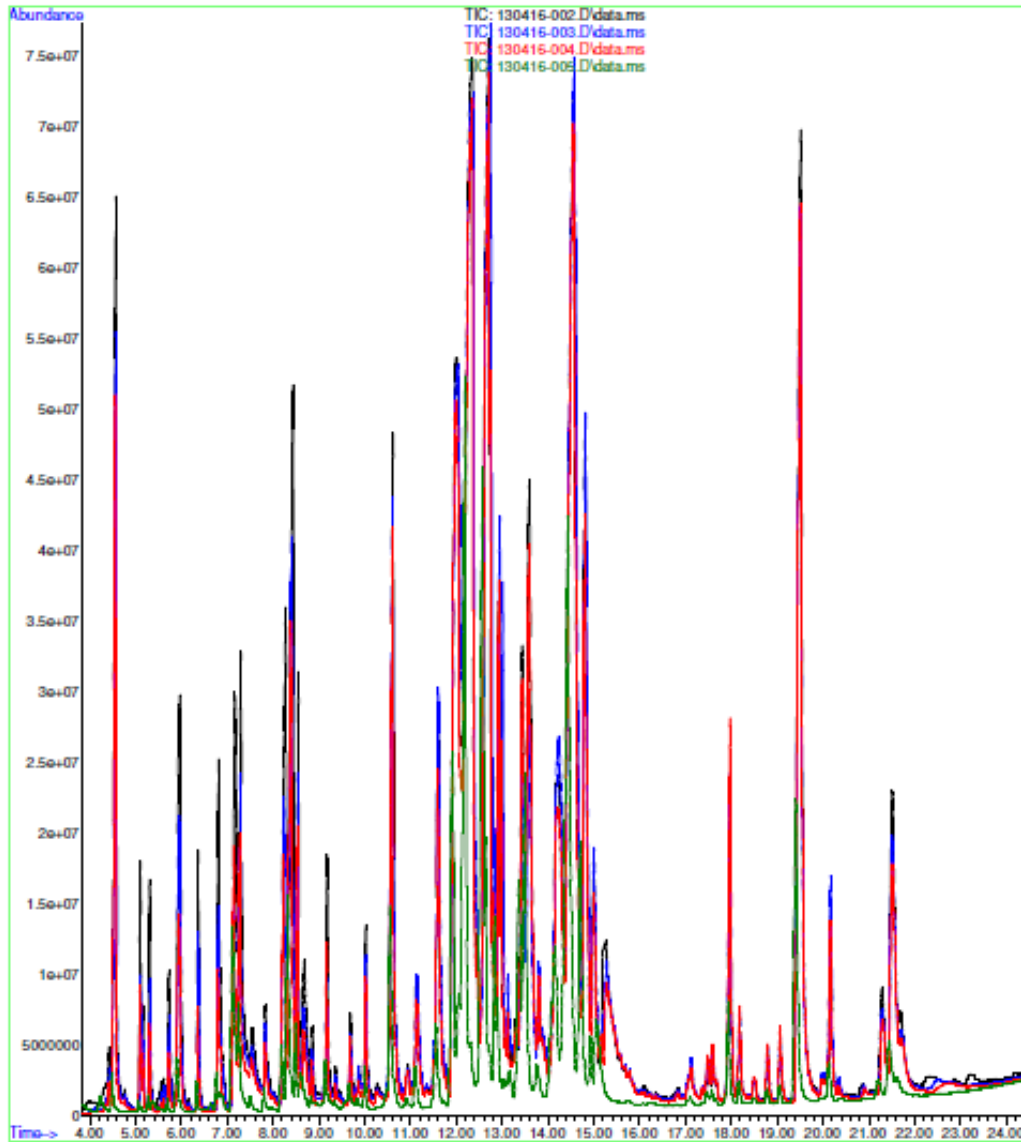
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

88. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

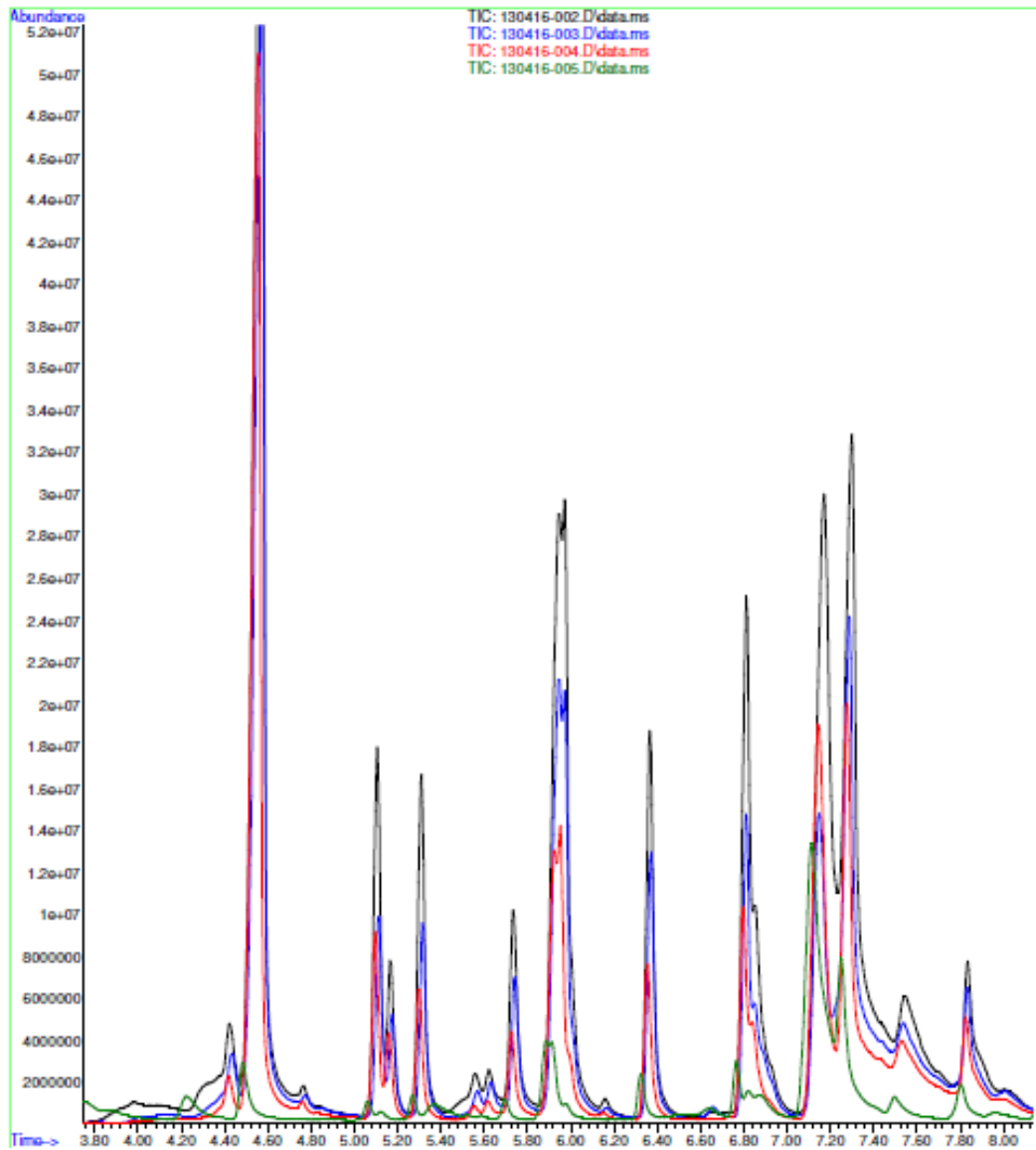
89. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

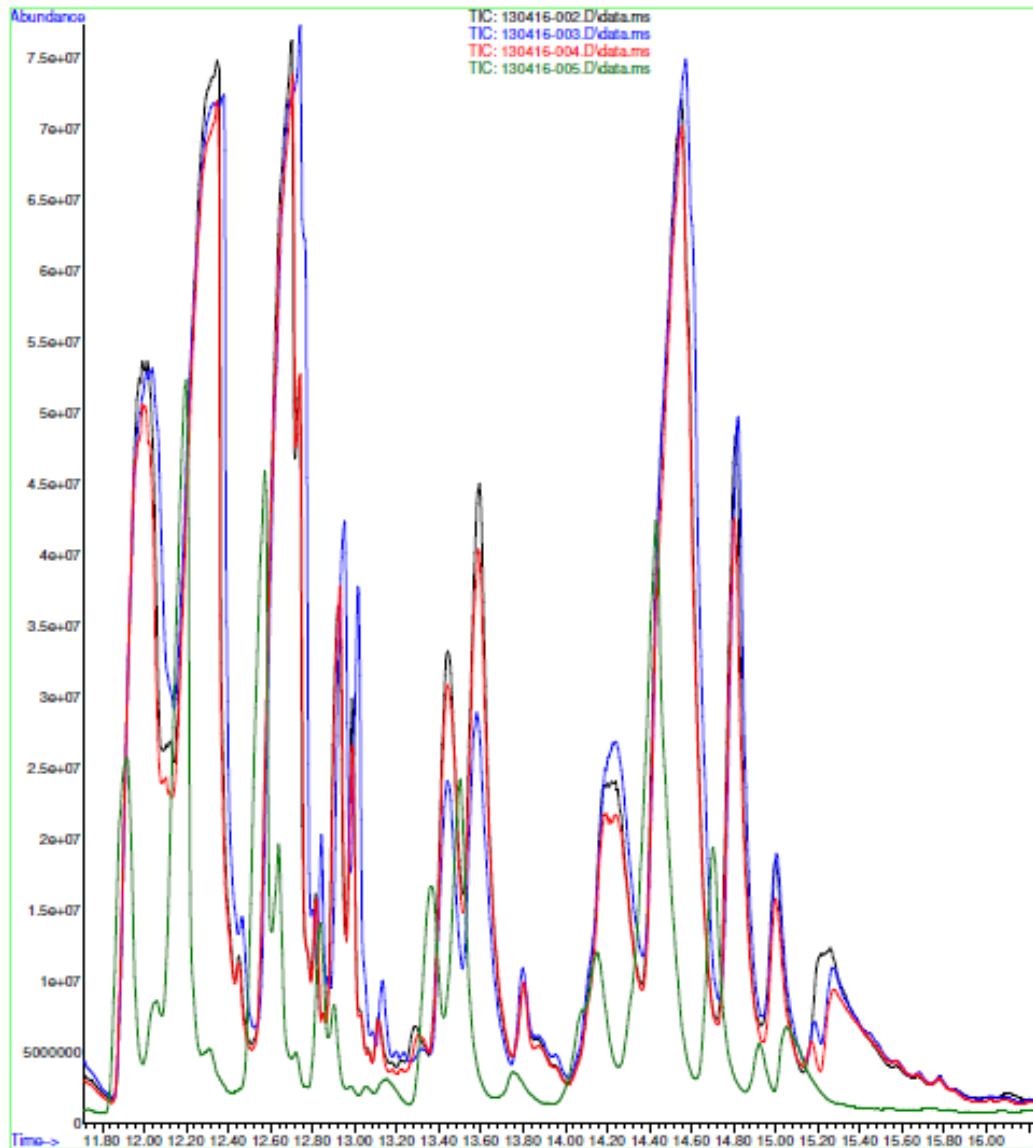
90. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

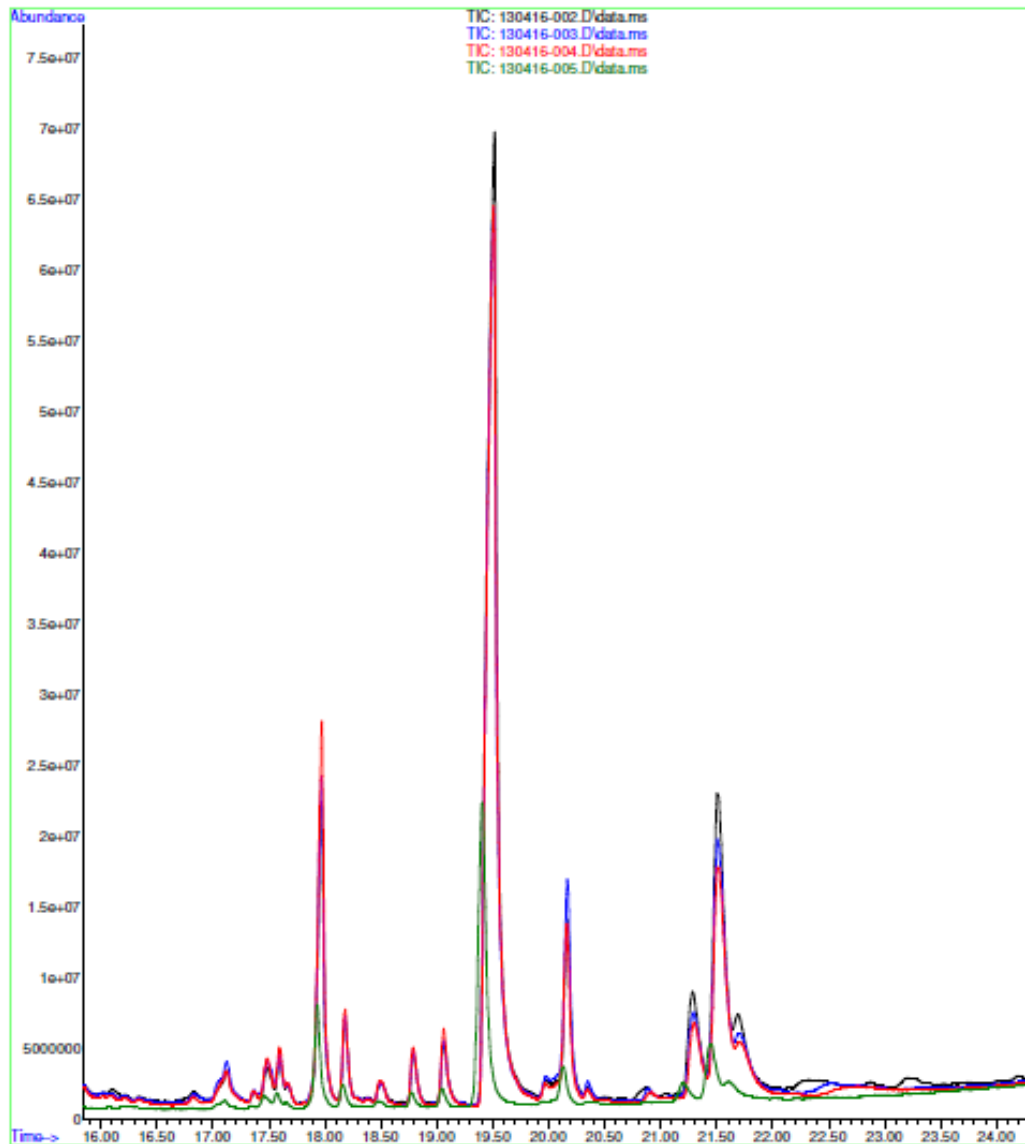
92. **Segmento 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenidos de ramillas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



30 minutos				90 minutos			
60 minutos				120 minutos			

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

93. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

94. **Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas con un tiempo de extracción de 120 minutos**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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	3.986	0.12	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-1-ol, (Z)- 3-Hexen-1-ol 3-Hexen-1-ol, (Z)-	3732 3707 3736	000928-96-1 000544-12-7 000928-96-1	95 95 92
2	4.100	0.08	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-1-ol 3-Hexen-1-ol 3-Hexen-1-ol	3700 3707 3708	000544-12-7 000544-12-7 000544-12-7	90 76 70
3	4.423	0.39	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)-, didehydro deriv.	15375 15380 15391	002867-05-2 002867-05-2 058037-87-9	93 76 70
4	4.573	3.10	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15178 15186 15181	000080-56-8 007785-70-8 000080-56-8	86 86 83
5	4.764	0.12	C:\Database\NIST05a.L Camphene Camphene Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-tri- methyl-	15152 15160 15316	000079-92-5 000079-92-5 000464-17-5	97 90 55
6	5.105	0.51	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15374 15200 15379	028634-89-1 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
7	5.169	0.23	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15174 15175	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 91 91
8	5.310	0.49	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Pinene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyrid- inyl)-	15177 15174 30170	000123-35-3 000127-91-3 006580-95-6	94 64 59
9	5.560	0.13	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene	15202 15203 15204	000099-83-2 000099-83-2 000099-83-2	93 76 68
10	5.624	0.10	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tri- methyl-, (1S)-	15156 15369	013466-78-9 000498-15-7	97 95

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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	15157	013466-78-9	95
11	5.737	0.37	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	96
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	95
12	5.947	1.09	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-5-(1-methylphenyl)-, (R)-	15361	001461-27-4	81
			Limonene	15154	000138-86-3	68
			D-Limonene	15165	005989-27-5	64
13	5.974	0.89	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	94
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
14	6.161	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene	15158	013466-78-9	95
			Cyclopentene, 3-isopropenyl-5,5-dimethyl-	15308	1000162-25-4	94
			Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-	15385	068998-21-0	94
15	6.365	0.60	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354	000099-85-4	94
16	6.811	0.81	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)-	15339	000586-62-9	97
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	96
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)-	15340	000586-62-9	96
17	6.852	0.43	C:\Database\NIST05a.L 2-Nonanone	19220	000821-55-6	95
			2-Nonanone	19206	000821-55-6	70
			2-Nonanone	19221	000821-55-6	70
18	7.170	1.81	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	52
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	52
19	7.298	2.18	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
			Octane, 2,3-dimethyl-	18512	007146-60-3	38
			Heptane, 4-(1-methylethyl)-	18552	052896-87-4	38
			Decane, 2,6,6-trimethyl-	46145	062108-24-1	38
20	7.548	0.69	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Heptadecanol	96327	016813-18-6	59
			2-Decanol	28338	001120-06-5	50
			2-Nonanol	20298	000628-99-9	50
21	7.834	0.45	C:\Database\NIST05a.L			
			Butanoic acid, 1-methyloctyl ester	67177	069727-42-0	47
			Pentane, 2,2'-oxybis-	28370	056762-00-6	47
			Furan, tetrahydro-2-(methoxymethyl)-	7978	019354-27-9	43
22	8.280	2.34	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22939	024545-81-1	96
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22937	024545-81-1	94
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22938	024545-81-1	94
23	8.435	3.56	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	94
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	94
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	93
24	8.553	1.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Butanoic acid, 1-methylhexyl ester	47261	039026-94-3	83
			Butanoic acid, 1-methyloctyl ester	67177	069727-42-0	78
			Hexanoic acid, 3-oxo-, ethyl ester	28748	003249-68-1	53
25	8.680	0.89	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25798	000098-55-5	95
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	89
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	83
26	8.862	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Acetic acid, 1-methylethyl ester	4230	000108-21-4	27
			Pentafluoropropionic acid, undecyl ester	135420	1000283-04-0	22
			Acetic acid, sec-octyl ester	37545	054515-77-4	16
27	9.185	0.76	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	91
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	86
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	80

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
28	9.372	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methyl-2-ethyl-ethyl)-, cis-2,6-Octadiene-1,8-diol, 2,6-dimethyl-2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methyl-2-ethyl-ethyl)-, cis-	25780	029803-82-5	32
				36185	026489-17-8	25
				25783	029803-82-5	25
29	9.695	0.28	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-yl ester	54340	005655-61-8	99
				54321	092618-89-8	98
				54323	092618-89-8	95
30	9.877	0.14	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-2-ethyl-ethyl)-, acetate Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2,7,7-trimethyl-	15169	029050-33-7	81
				54312	004821-04-9	80
				15315	000514-14-7	68
31	9.954	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1S-.alpha.-Pinene Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2,7,7-trimethyl-3-Carene	15185	007785-26-4	90
				15315	000514-14-7	89
				15157	013466-78-9	81
32	10.027	0.50	C:\Database\NIST05a.L Propanoic acid, 2-octyl ester, (R or S) Propanoic acid, nonyl ester 2-Decanol, propanoate	47280	1000164-41-5	53
				57087	053184-67-1	37
				67140	055683-11-9	32
33	10.272	0.12	C:\Database\NIST05a.L 2,4-Decadienal, (E,E)- 2,4-Decadienal 2,4-Decadienal, (E,E)-	24069	025152-84-5	81
				24041	002363-88-4	74
				24067	025152-84-5	72
34	10.618	2.77	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	54339	000080-26-2	91
				15321	000464-17-5	87
				15322	000554-61-0	87
35	10.941	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54284	000105-87-3	83
				54270	016409-44-2	80
				54282	000141-12-8	64

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
36	11.041	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59891	026560-14-5	91
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59889	026560-14-5	90
			trans-.alpha.-Bergamotene	59863	1000293-01-5	87
37	11.123	0.69	C:\Database\NIST05a.L Hexanoic acid, 2-tridecyl ester	123706	055193-20-9	56
			2(3H)-Furanone, 5-ethylidihydro-3-methyl-	11927	002610-98-2	50
			Thiazole, 5-methyl-	3387	003581-89-3	50
38	11.351	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)-	59998	003853-83-6	91
			1-Methyl-6-methylenebicyclo[3.2.0]heptane	9743	1000210-90-0	64
			1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-	59928	072747-25-2	64
39	11.523	0.11	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.)]-	60059	000469-61-4	98
			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	97
			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	97
40	11.601	1.78	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59800	000087-44-5	98
41	11.996	3.64	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	93
			Tetracyclo[6.1.0.0(2,4).0(5,7)]nonane, 3,3,6,6,9,9-hexamethyl-(1.alpha.,2.alpha.,4.alpha.,5.beta.,7.beta.,8.alpha.)-	60071	051898-92-1	64
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59977	000483-76-1	62
42	12.019	2.56	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	93

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
			Tetracyclo[6.1.0.0(2,4).0(5,7)]nonane, 3,3,6,6,9,9-hexamethyl-(1.alpha.,2.alpha.,4.alpha.,5.beta.,7.beta.,8.alpha.)-	60071	051898-92-1	64
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59978	000483-76-1	62
43	12.128	1.01	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
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	86
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	86
44	12.351	10.54	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-	59954	000483-75-0	93
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	87
			Epizonarene	59794	1000156-10-7	83
45	12.451	0.42	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-	59960	023986-74-5	97
			2,4-Quinolinediol	30432	000086-95-3	91
			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.,7aS*)]-	60104	013744-15-5	83
46	12.701	6.75	C:\Database\NIST05a.L Epizonarene	59794	1000156-10-7	95
			Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)-	59984	005951-67-7	93
			Isolodene	59783	1000156-10-8	91
47	12.738	1.53	C:\Database\NIST05a.L Di-epi-.alpha.-cedrene	59852	1000156-13-3	83
			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	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
48	12.815	0.41	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AgeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
			2,4,6-Octatriene, 3,4-dimethyl-	15241	057396-75-5	81
			1,3-Cyclopentadiene, 1,2,3,4,5-pentamethyl-	15327	004045-44-7	74
			2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-	15242	000673-84-7	74
49	12.924	1.56	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)-	59977	000483-76-1	95
			Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59979	000483-76-1	94
50	12.993	1.06	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-1,1,6-trimethyl-	39072	000475-03-6	80
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,6,8-trimethyl-	39069	030316-36-0	80
51	13.115	0.25	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.)]-	60030	024406-05-1	91
			Epizonarene	59794	1000156-10-7	89
			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	81
52	13.225	0.08	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.)-	60070	030021-74-0	74
			1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-	59960	023986-74-5	70
			Naphthalene, 1,2,4a,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4a.alpha.,8a.alpha.)]-	60029	017627-24-6	53
53	13.288	0.35	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	70
			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	62

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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.alpha.)- Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydr o-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	59980	000483-76-1	55
54	13.443	2.43	C:\Database\NIST05a.L N-Methyl-1-adamantaneacetamide 3,3,7,11-Tetramethyltricyclo[5.4.0 .0(4,11)]undecan-1-ol Propanamide, N-(4-methoxyphenyl)-2 ,2-dimethyl-	62175 72963 62127	031897-93-5 117591-80-7 056619-94-4	43 38 38
55	13.593	3.64	C:\Database\NIST05a.L 2-[3-(4-tert-Butyl-phenoxy)-2-hydr oxy-propylsulfanyl]-4,6-dimethyl-n icotinonitrile 1-Dimethyl(phenyl)silyloxypentane Phenylacetic acid, 2-(1-adamantyl) ethyl ester	161331 72668 123764	1000294-86-1 1000280-41-7 1000282-91-2	47 47 43
56	13.807	0.42	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., 4-dimethyl-.alpha.-(4-methyl-3-pen tenyl)-, [R-(R*,R*)]- Caryophyllene oxide	71350 72995 71353	001139-30-6 023178-88-3 001139-30-6	70 53 49
57	13.861	0.32	C:\Database\NIST05a.L Cubenol .gamma.-Himachalene 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-tr imethyl-, (Z,E)-	72893 59843 59891	021284-22-0 1000140-08-0 026560-14-5	62 58 46
58	14.203	1.51	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,7-hexahydr o-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)- 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.)]- 4,7-Methanoazulene, 1,2,3,4,5,6,7, 8-octahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]-	59947 60059 60014	016728-99-7 000469-61-4 000514-51-2	38 35 25
59	14.221	1.90	C:\Database\NIST05a.L Cedrol 1,4-Methano-1H-indene, octahydro-1 ,7a-dimethyl-4-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,7 a.beta.)]- Cedrol	72886 60055 72887	000077-53-2 087064-18-4 000077-53-2	46 44 38
60	14.553	10.08	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	59867 60059	021996-77-0 000469-61-4	89 86

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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.)]- 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	86
61	14.812	3.31	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cadinol .tau.-Muurolol Epiglobulol	72908 72907 72900	000481-34-5 019912-62-0 1000150-05-1	99 41 41
62	14.999	1.20	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dime thyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)- .alpha.-Bisabolol .alpha.-Bisabolol	59930 72913 72911	017699-05-7 072691-24-8 000515-69-5	81 81 74
63	15.221	0.43	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-m ethylethenyl)-, trans- 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.)]- Di-epi-.alpha.-cedrene	24328 60056 59852	001197-07-5 000469-61-4 1000156-13-3	41 35 35
64	15.258	1.39	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-m ethylethenyl)-, trans- Thujopsene 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tr imethyl-	24328 59785 72931	001197-07-5 000470-40-6 004602-84-0	38 30 30
65	15.776	0.04	C:\Database\NIST05a.L Ledol 1H-3a,7-Methanoazulene, 2,3,6,7,8, 8a-hexahydro-1,4,9,9-tetramethyl-, (1.alpha.,3a.alpha.,7.alpha.,8a.b eta.)- Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1 -methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4 aR-(4a.alpha.,7.alpha.,8a.beta.)]	72882 60044 60015	000577-27-5 000560-32-7 017066-67-0	80 45 45
66	16.832	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclopenta[g]-2-benzopyran, 1,3,4, 6,7,8-hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexame thyl- Ethanone, 1-(5,6,7,8-tetrahydro-3, 5,5,6,8,8-hexamethyl-2-naphthaleny l)- 2-Heptanone, 6-methyl-6-[3-methyl- 3-(1-methylethenyl)-1-cyclopropen- 1-yl]-	97614 97612 71441	001222-05-5 021145-77-7 069296-87-3	55 42 42
67	17.127	0.23	C:\Database\NIST05a.L Isoamyl cinnamate Propanedioic acid, nitrile, hydraz	69824 77809	007779-65-9 294878-35-6	78 60

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
			ide, N2-(1-oxo-3-phenyl-2-propenyl)- 2-Propenamide, 3-phenyl-N-2-propenyl-	48095	041041-34-3	60
68	17.368	0.04	C:\Database\NIST05a.L Humulen-(v1) Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]- 11,11-Dimethyl-spiro[2,9]dodeca-3,7-dien	59795 59970 50020	1000159-39-4 000118-65-0 1000062-28-4	53 49 45
69	17.487	0.16	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptane, 1,3,3-trimethyl- Vinyltris(cyclopropyl)silane 1H-Indene, 5-decyloctahydro-	16400 41606 101521	006248-88-0 1000109-97-3 055044-35-4	41 38 35
70	17.596	0.15	C:\Database\NIST05a.L Kaur-15-ene Kaurene Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)-	107061 107060 107067	005947-50-2 034424-57-2 020070-61-5	86 55 47
71	17.669	0.06	C:\Database\NIST05a.L Trachylobane Caryophyllene oxide 5-Hepten-1-ol, 2-ethenyl-6-methyl-	107064 71352 25655	005282-35-9 001139-30-6 018479-48-6	83 46 45
72	17.973	1.09	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 99 91
73	18.183	0.29	C:\Database\NIST05a.L 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyldodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethyl-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.beta.a.,10a.alpha.,10b.beta.)]- 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyldodecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethyl-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alpha.a.,10a.beta.,10b.alpha.)]- 4a,7,7,10a-Tetramethyl-dodecahydro- -benzo[f]chromen-3-one	118755 118754 101442	001227-93-6 000596-84-9 1000192-27-9	91 58 47
74	18.515	0.11	C:\Database\NIST05a.L Kaur-16-ene, (8.beta.,13.beta.)- 1,5,9,13-Tetradecatetraene 8a(2H)-Phenanthrenol, 7-ethenyldodecahydro-1,1,4a,7-tetramethyl-, acetate, [4as-(4a.alpha.,4b.beta.,7.beta.,8a.alpha.,10a.beta.)]-	107067 50002 143846	020070-61-5 051487-38-8 041756-14-3	93 62 62

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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
75	18.792	0.18	C:\Database\NIST05a.L 7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3, 4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthre ne Phenanthrene, 1,2,3,4,4a,9,10,10a- octahydro-1,1,4a-trimethyl-7-(1-me thylethyl)-, (4aS-trans)- S-Indacene-1,7-dione, 2,3,5,6-tetr ahydro-3,3,4,5,5,8-hexamethyl-	105799	1000210-28-9	91
				105800	019407-28-4	43
				105728	055591-16-7	27
76	19.065	0.24	C:\Database\NIST05a.L Benzocyclododecene, 2,3-diethyl-4a ,5,6,7,8,9,10,11,12,13-decahydro- Androst-5-en-4-one 1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3 ,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl) -, [S-(E,Z,E,E)]-	107092	061141-65-9	55
				107036	013583-72-7	49
				107097	001898-13-1	49
77	19.515	6.05	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene, 1,3,3-trimethyl-2-(1-methylbut-1-en-3-on-1-yl)- Anthracene, 9-butyltetradecahydro- 5-(p-Aminophenyl)-2-thiazolamine	61502	1000197-08-4	53
				90846	055133-89-6	40
				50782	090349-87-4	38
78	19.979	0.09	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexylthiolane,S,S-dioxide 1-[3-(2,6,6-Trimethyl-cyclohex-2-e nyl)-4,5-dihydro-3H-pyrazol-4-yl]- ethanone 2-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 2, 6,6-trimethyl-	58023	071053-08-2	42
				81058	1000185-64-0	38
				24263	000432-24-6	38
79	20.166	0.80	C:\Database\NIST05a.L N-Benzyl-2-(4-methoxyphenoxy)aceta mide Carveol, phenylcarbaminate(ester) Bicyclo[9.3.1]pentadeca-3,7-dien-1 2-ol, 4,8,12,15,15-pentamethyl-, [1R-(1R*,3E,7E,11R*,12R*)]-	106179	118665-18-2	38
				106246	098282-31-6	38
				118751	070000-19-0	38
80	20.352	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.b eta.,7b.alpha.)]- 2-Pentenoic acid, 5-(decahydro-5,5 ,8a-trimethyl-2-methylene-1-naphth aleny)-3-methyl-, [1S-[1.alpha.(E Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene- 2,8,8-trimethyl-2-vinyl-	60076	025246-27-9	92
				127462	024470-48-2	90
				59916	1000159-38-2	53
81	20.880	0.07	C:\Database\NIST05a.L Androst-5-en-3-ol, 4,4-dimethyl-, (3.beta.)- 1,2-Benzisothiazole, 3-(hexahydro- 1H-azepin-1-yl)-, 1,1-dioxide	126231	007673-17-8	94
				101019	309735-29-3	91

Continuación del anexo 94.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-002.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 10:09
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 120-Ra
 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

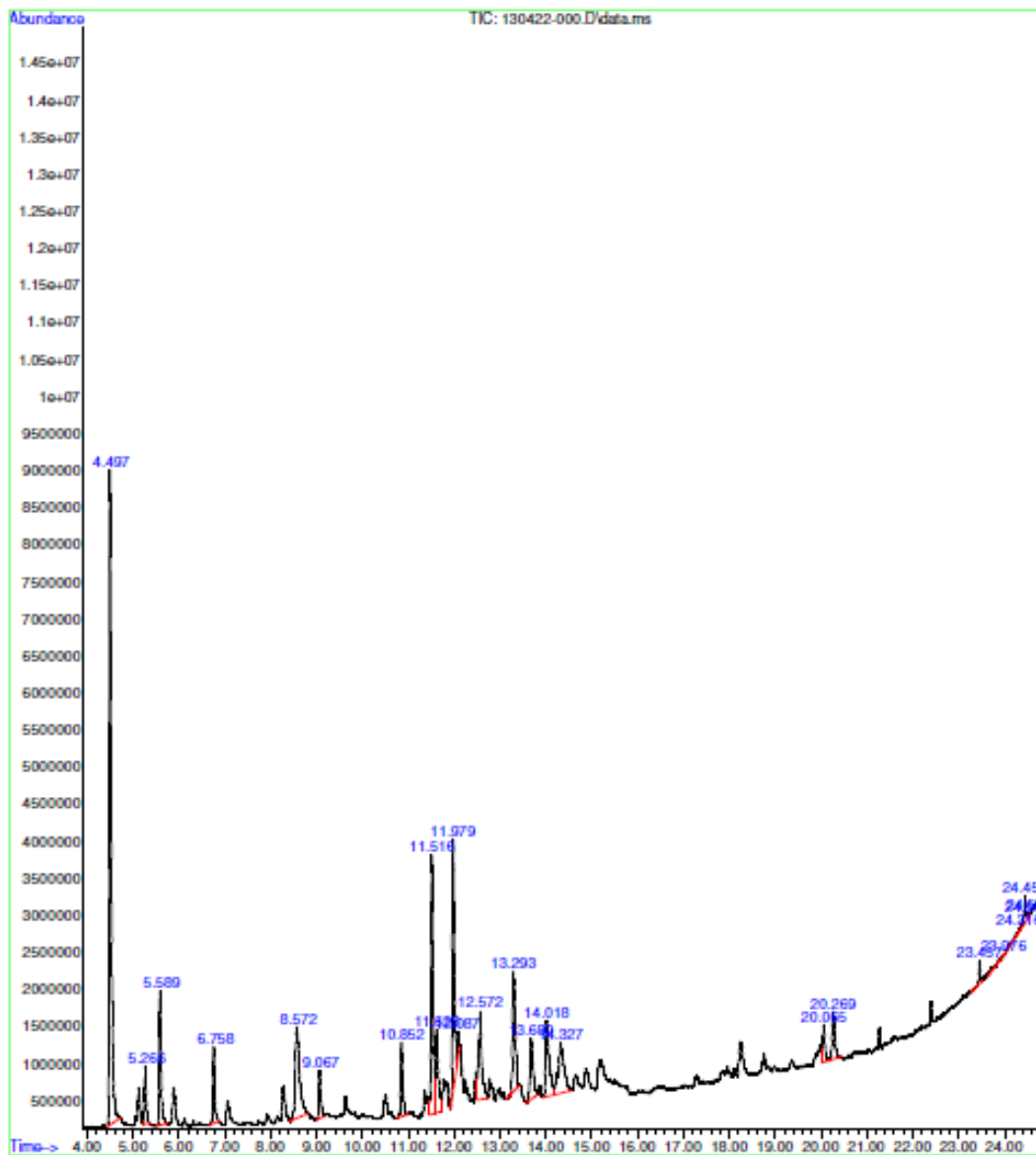
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			A-Norcholestan-3-one, 5-ethenyl-, (5.beta.)-	170874	019594-90-2	86
82	21.289	0.67	C:\Database\NIST05a.L 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-	116238	000511-15-9	94
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, acetate, (4bS-trans)-	141542	015340-82-6	72
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-	116239	000511-15-9	68
83	21.508	1.93	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)-	116239	000511-15-9	98
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-	116238	000511-15-9	94
			2,2-Bis(4'-methoxyphenyl)-2-ethoxy ethane	116102	1000283-53-7	38
84	21.694	0.61	C:\Database\NIST05a.L Ferruginol	116232	000514-62-5	74
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1 0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-	116239	000511-15-9	58
			5-Androstene, 4,4-dimethyl-	116261	1000194-15-4	53

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Nota: se obtuvo una búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de ramillas para los tiempos de extracción de 30, 60 y 90 minutos.

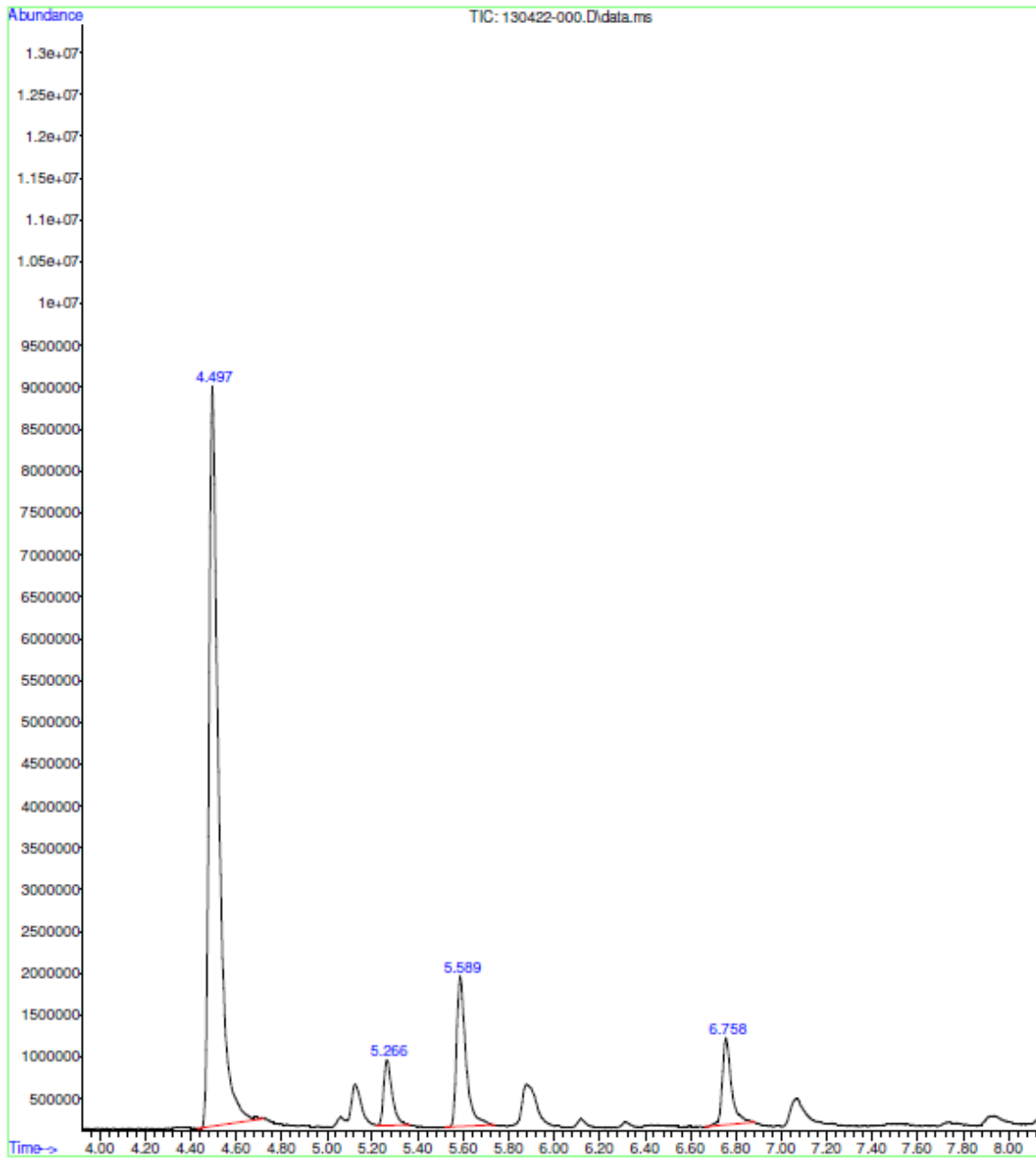
95. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130422-000.D
Operator : Adem
Acquired : 22 Apr 2013 9:07 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: cipres 30-Fr
Misc Info :
Vial Number: 1



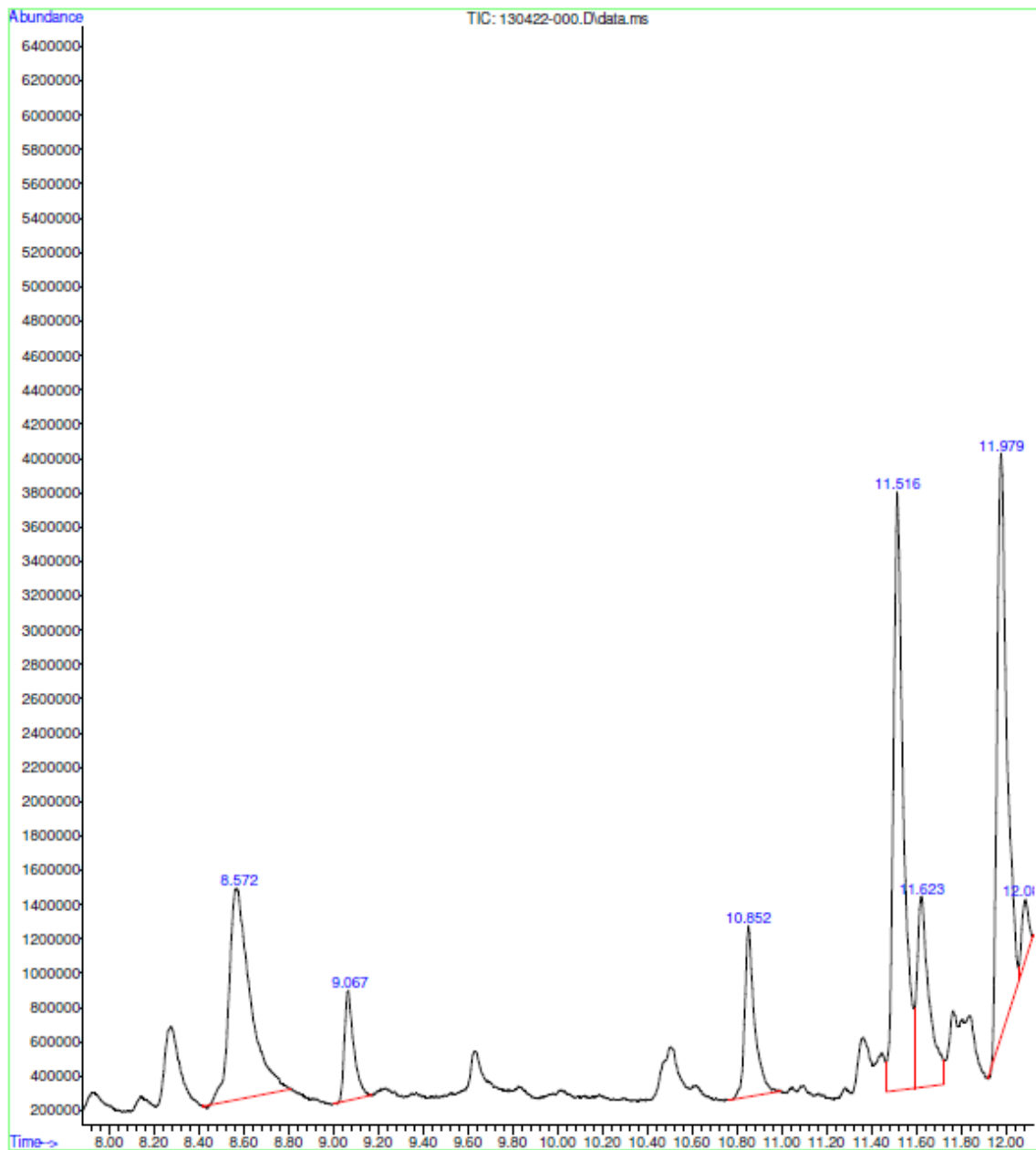
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

96. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**



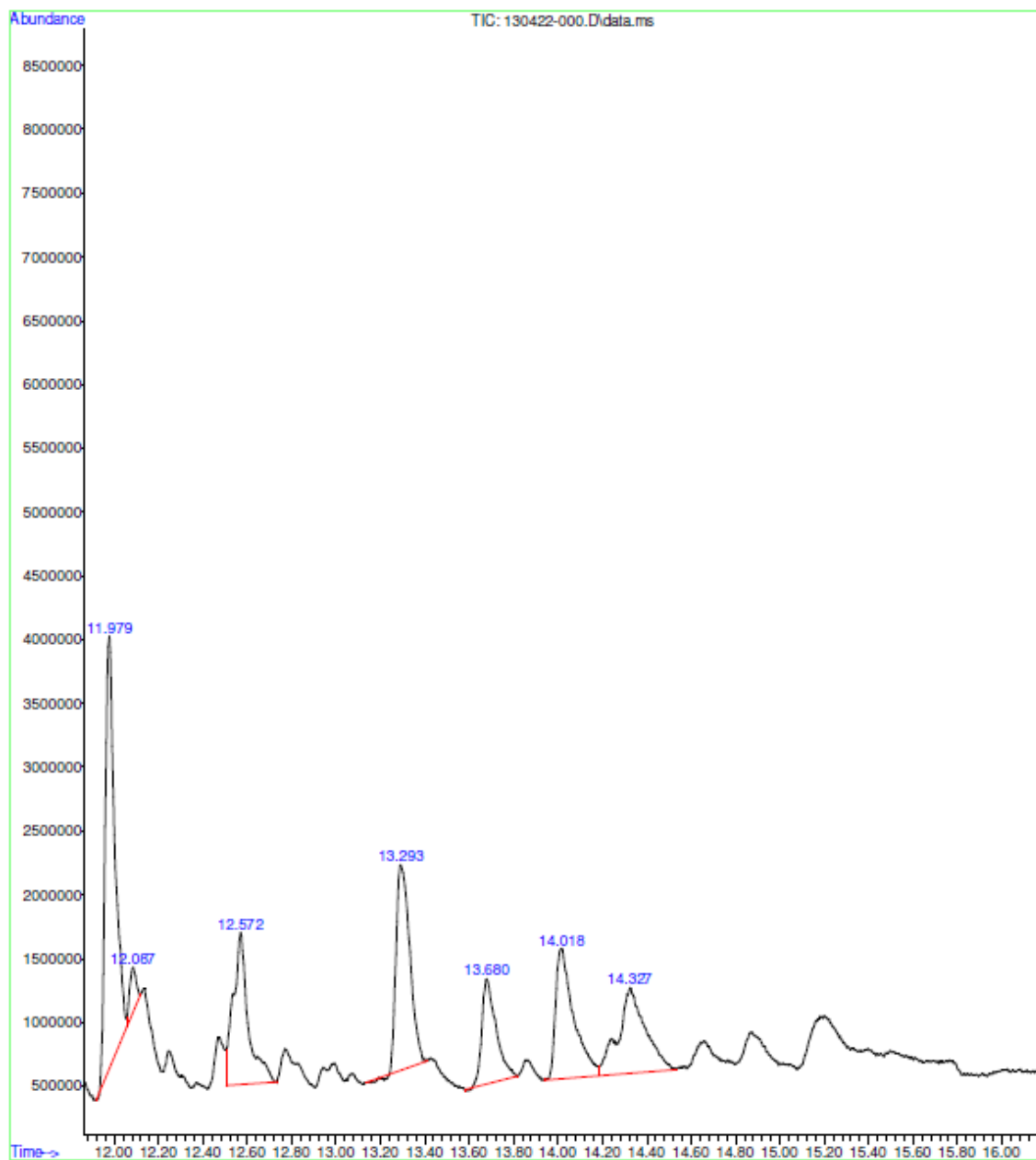
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

97. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**



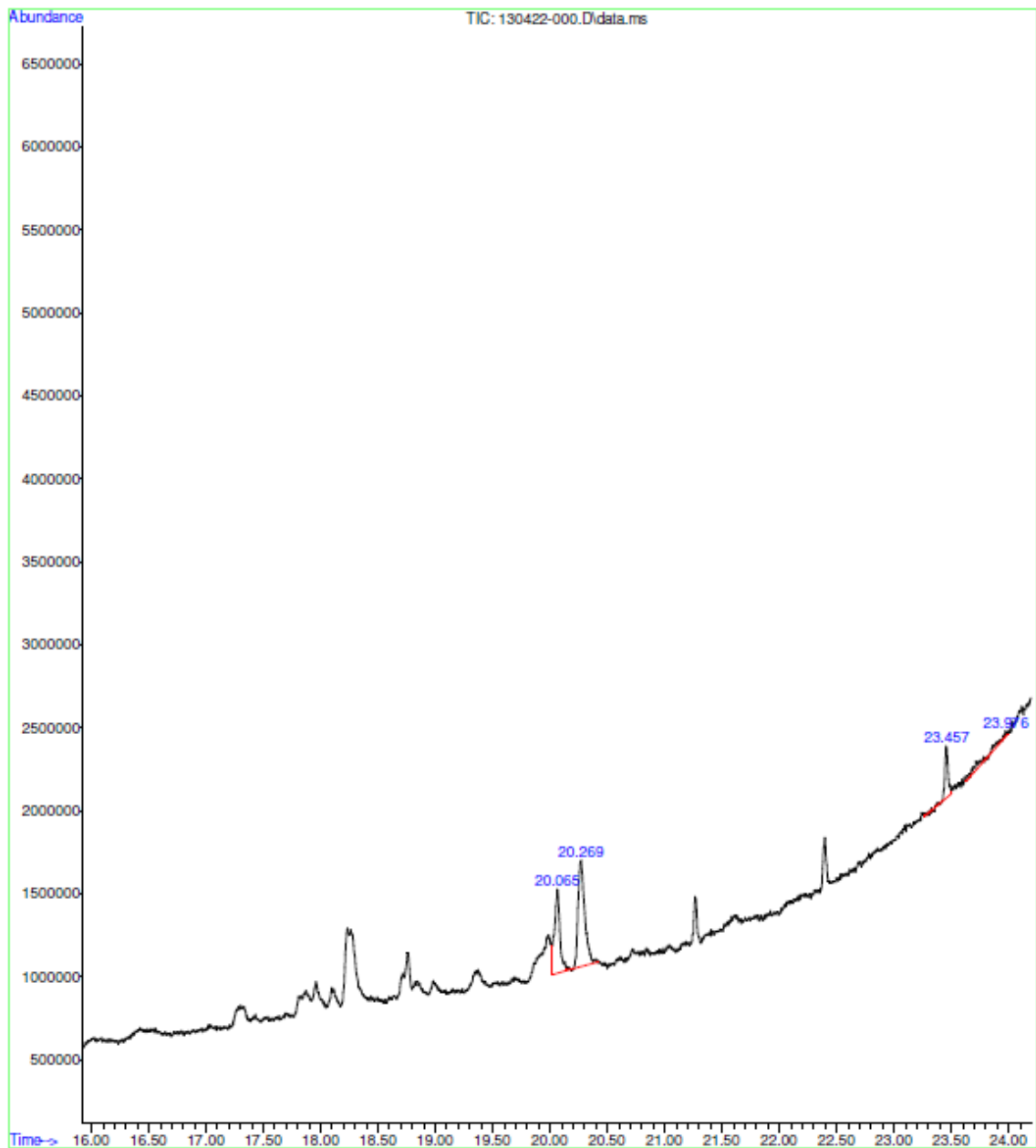
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

98. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

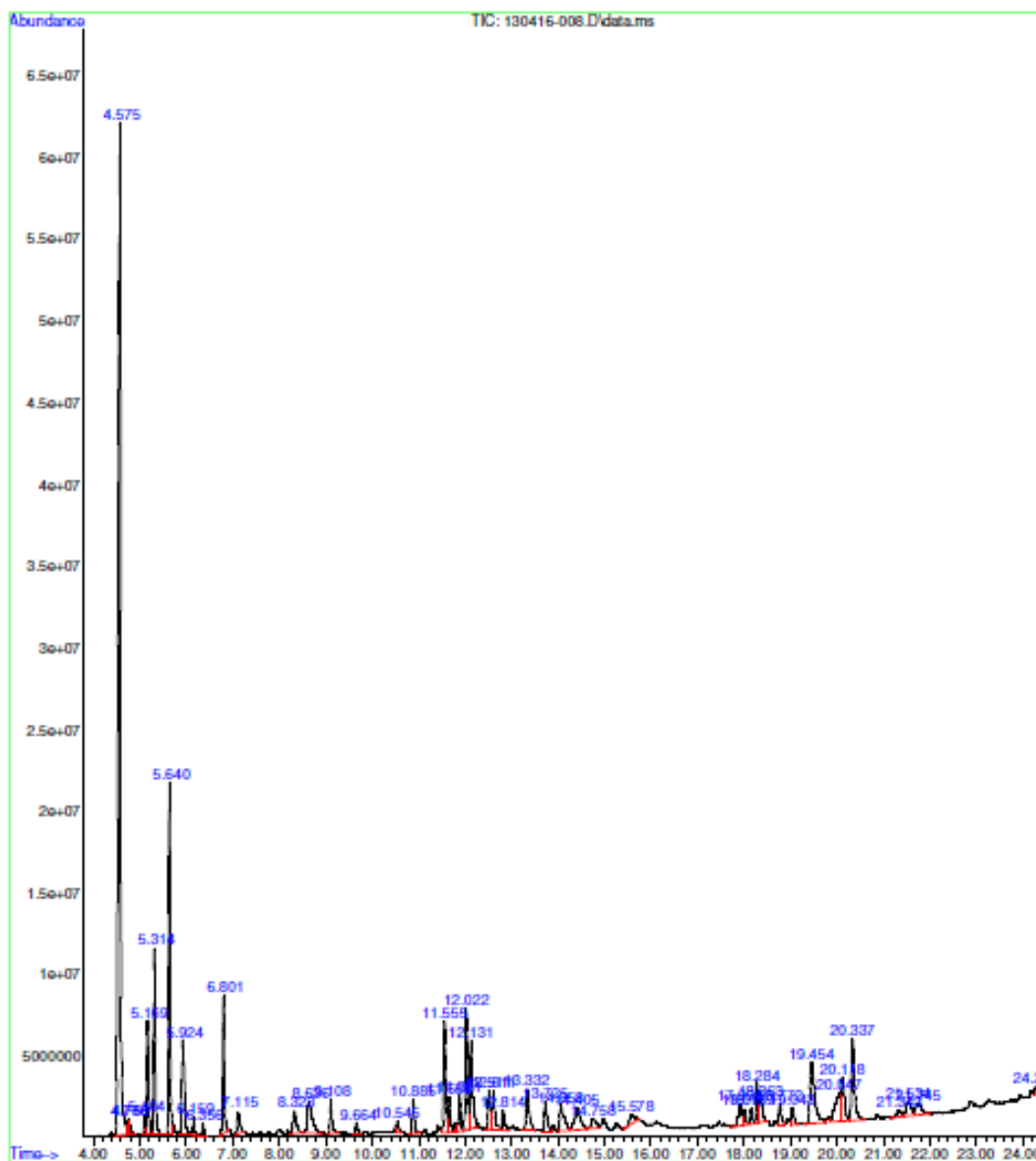
99. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

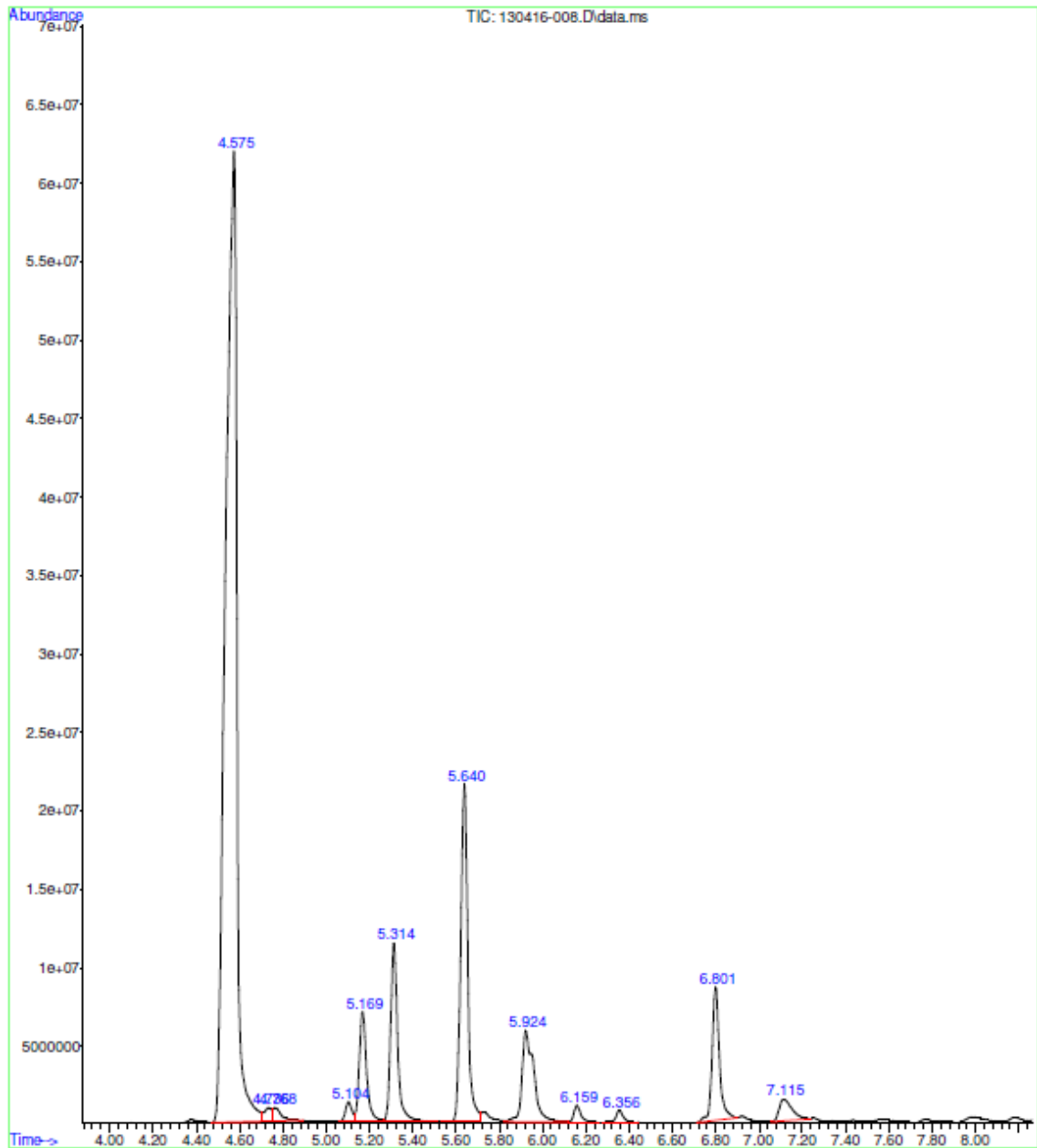
100. Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-008.D
Operator : Adem
Acquired : 16 Apr 2013 13:39 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Cipres 60-Fr
Misc Info :
Vial Number: 1



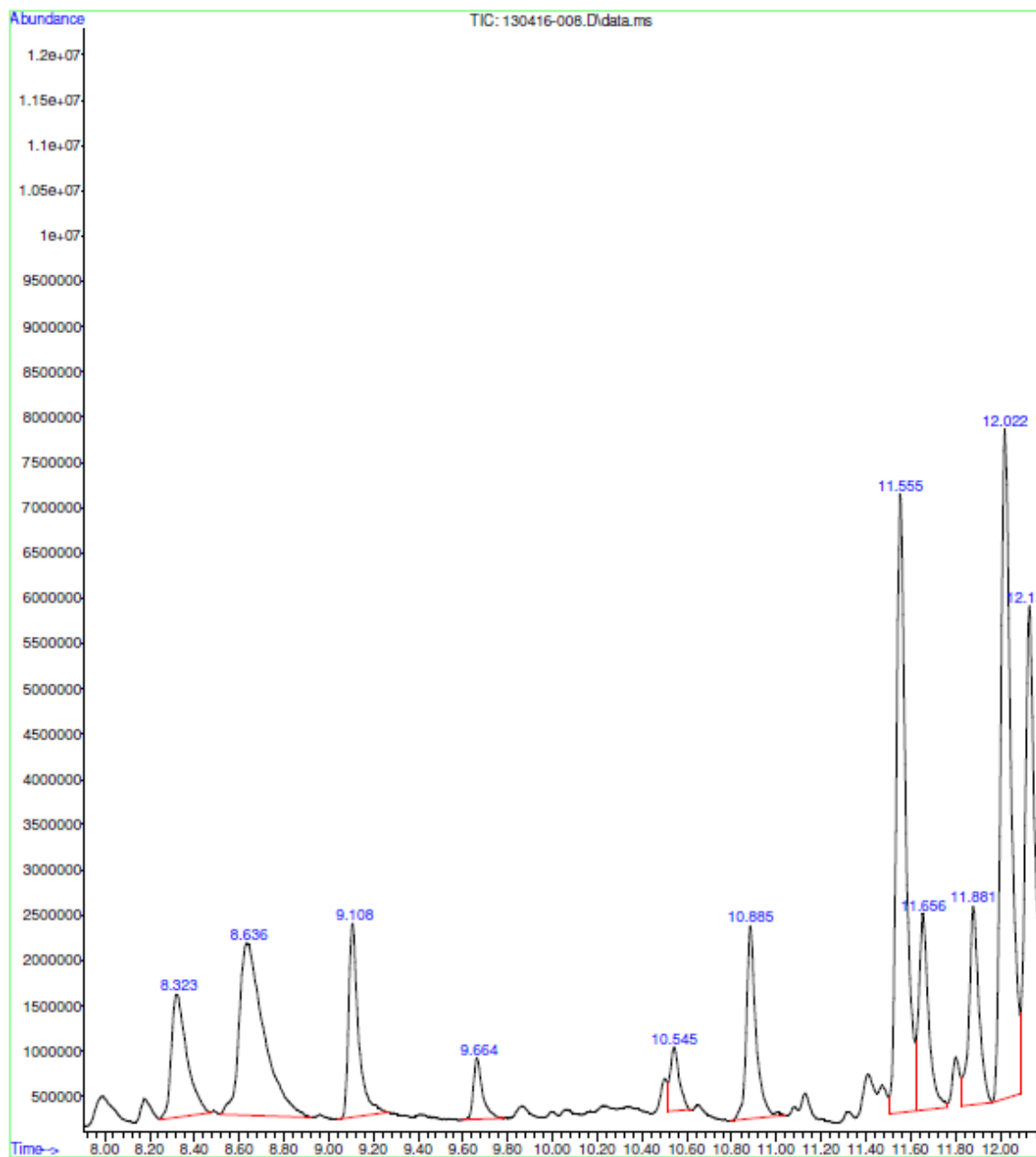
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

101. **Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos**



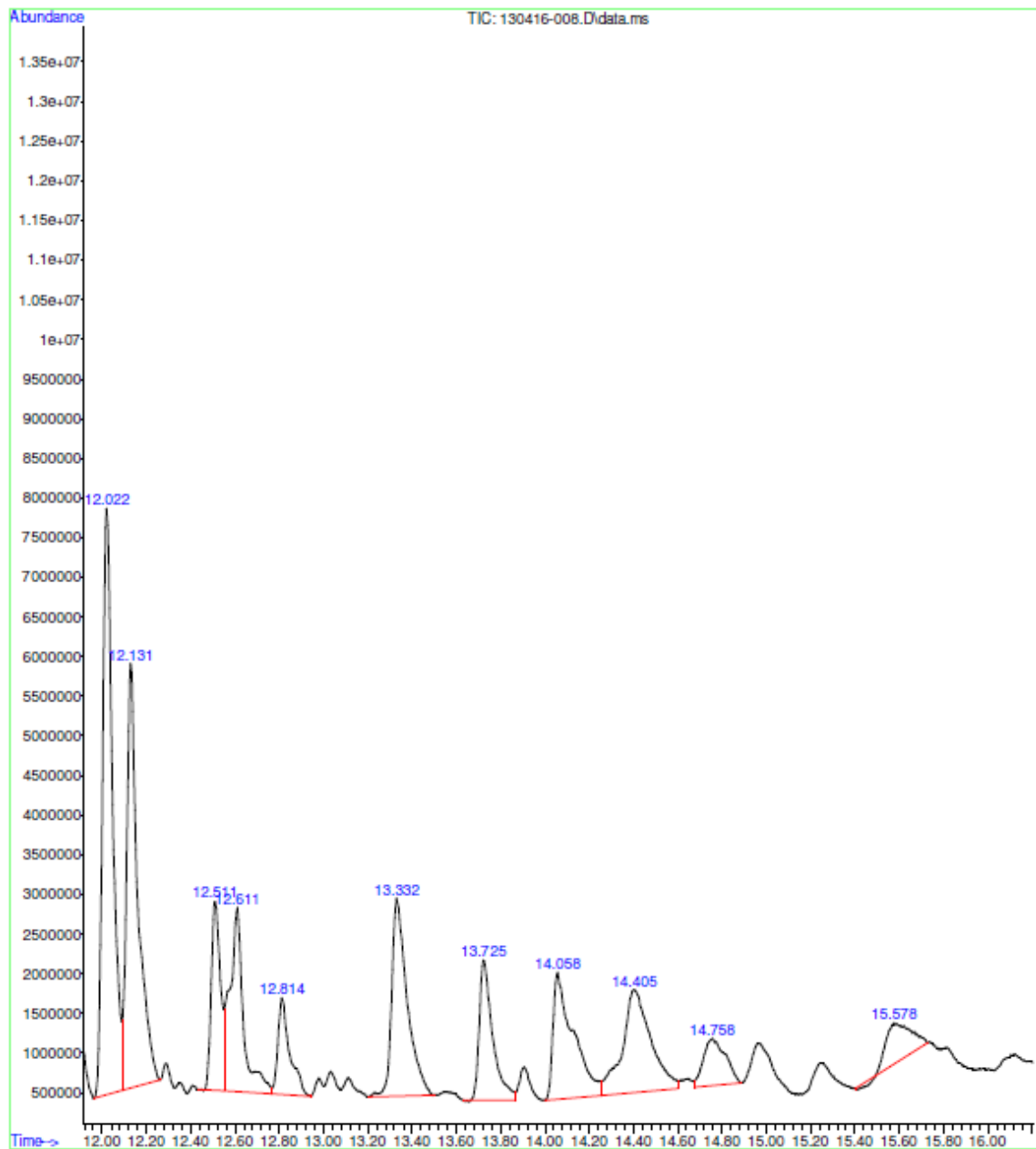
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

102. Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos



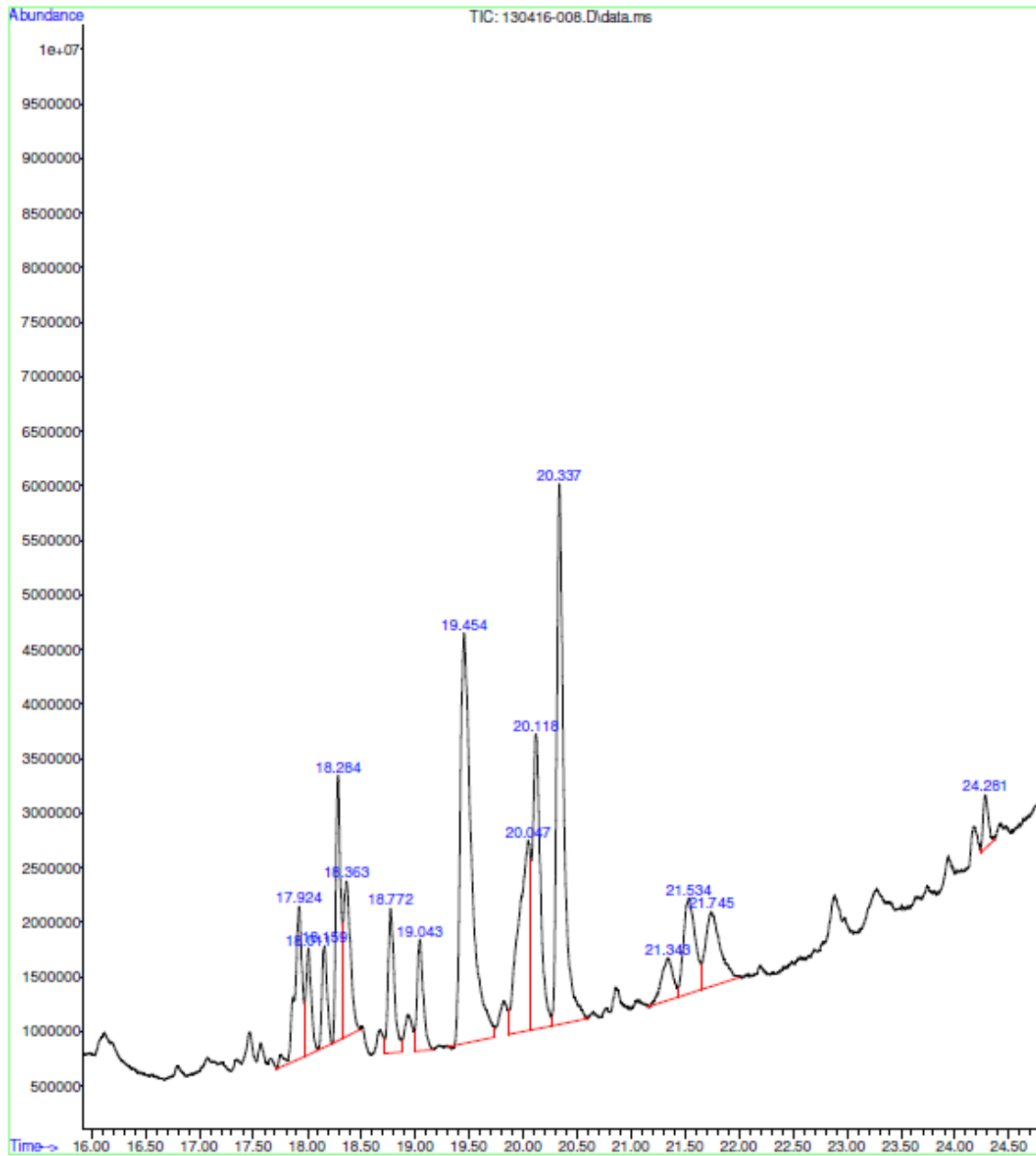
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

103. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

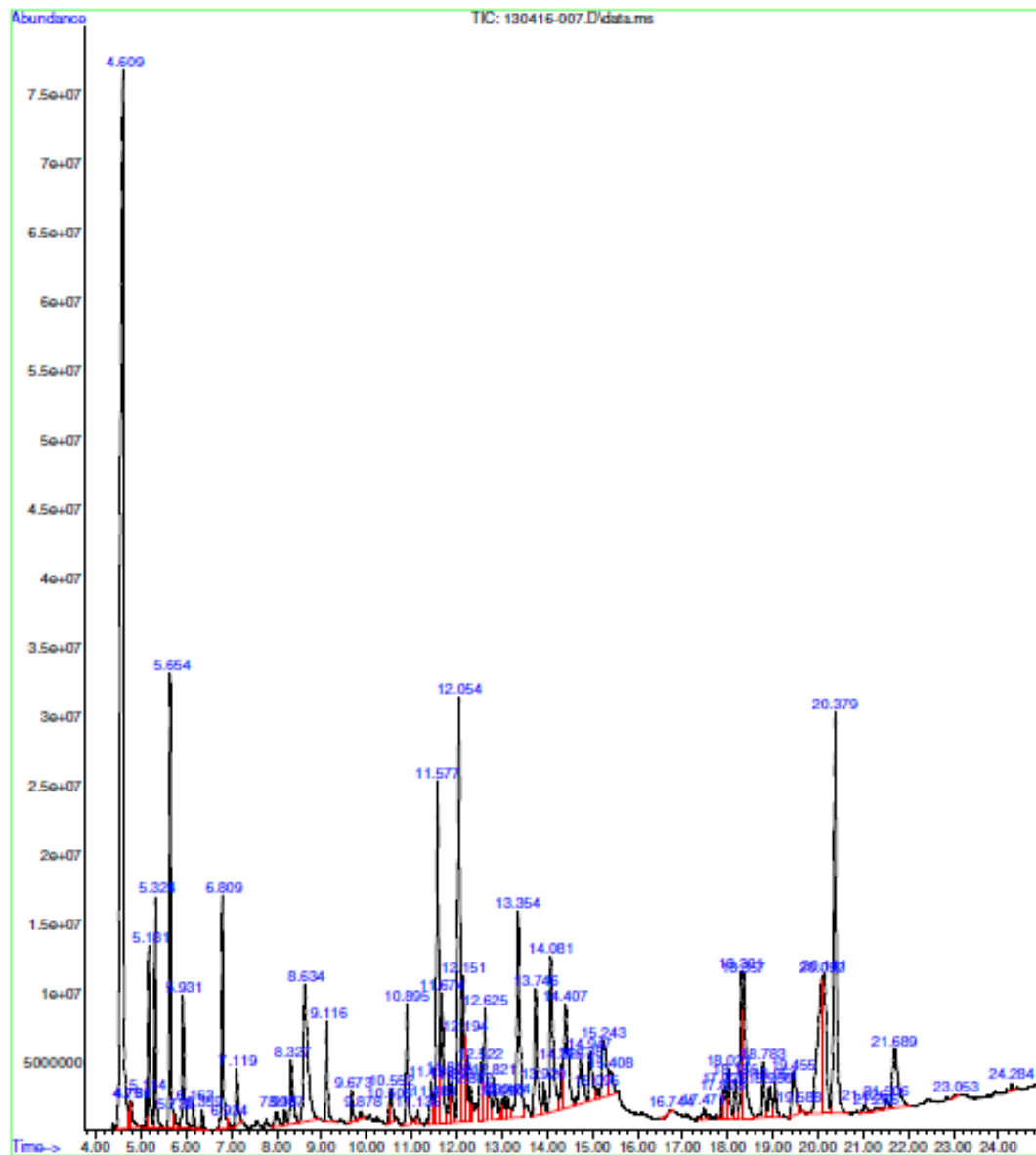
104. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

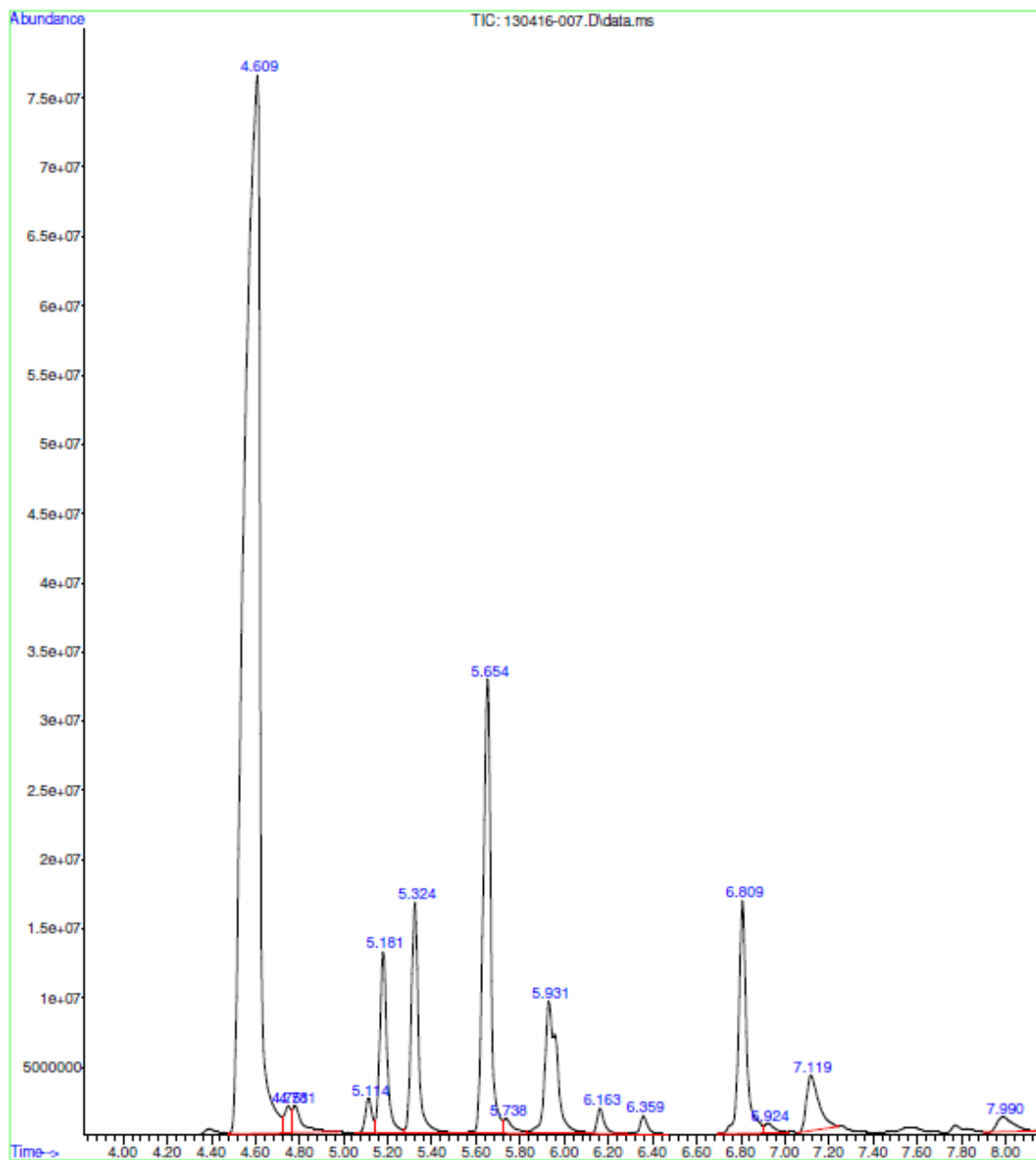
105. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-007.D
 Operator : Adem
 Acquired : 16 Apr 2013 13:07 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Cipres 90-Pr
 Misc Info :
 Vial Number: 1



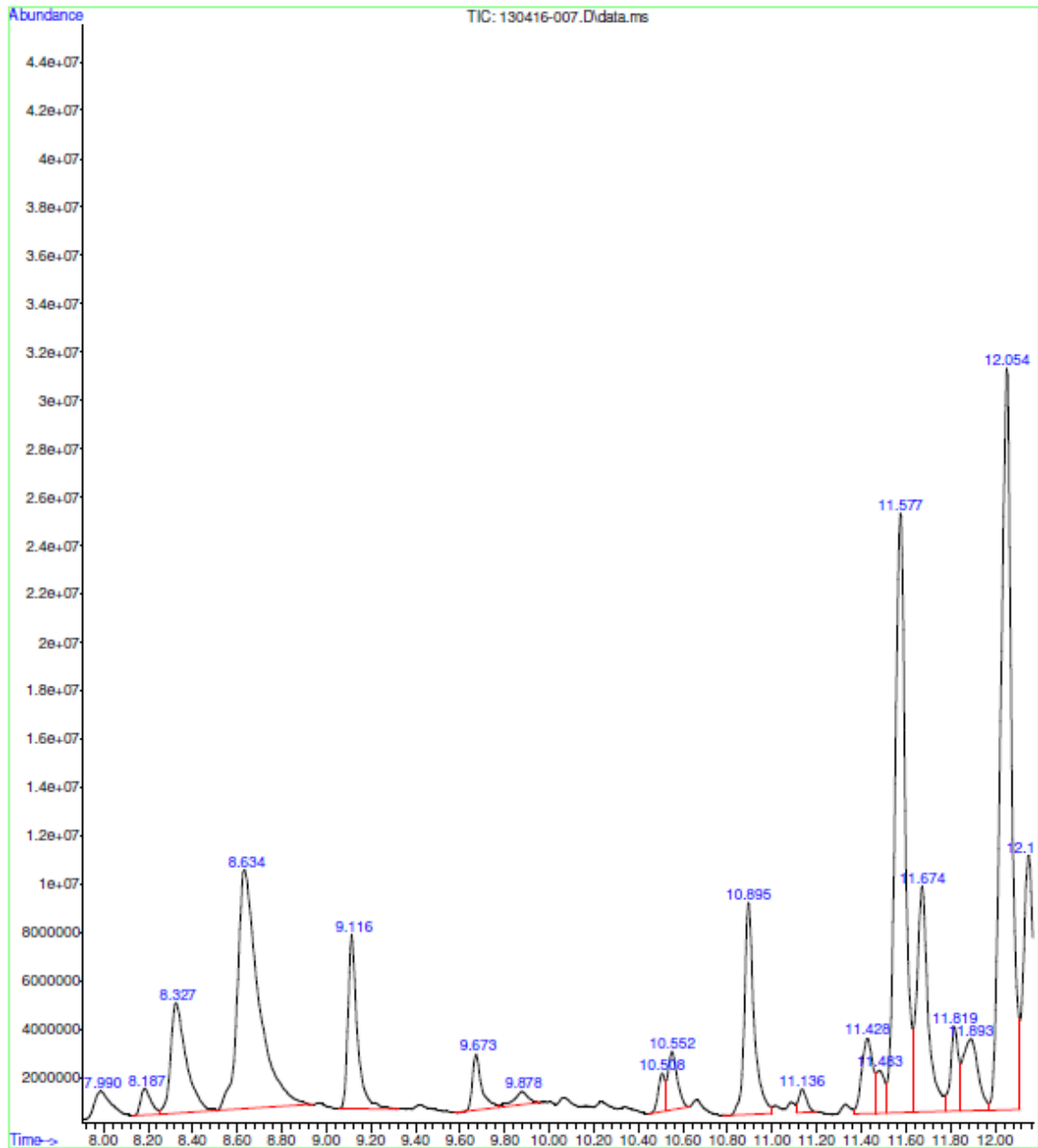
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

106. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos



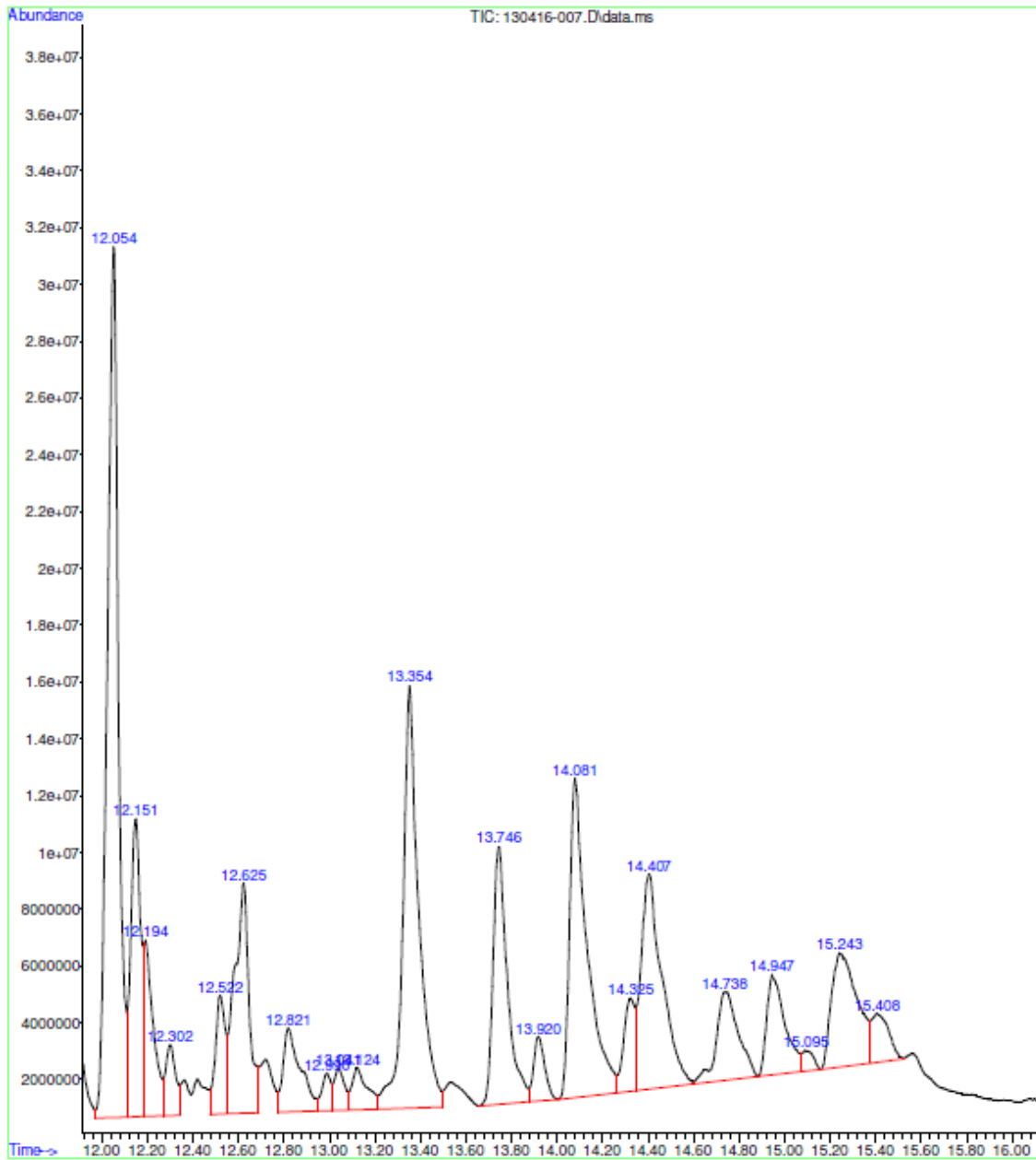
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

107. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos**



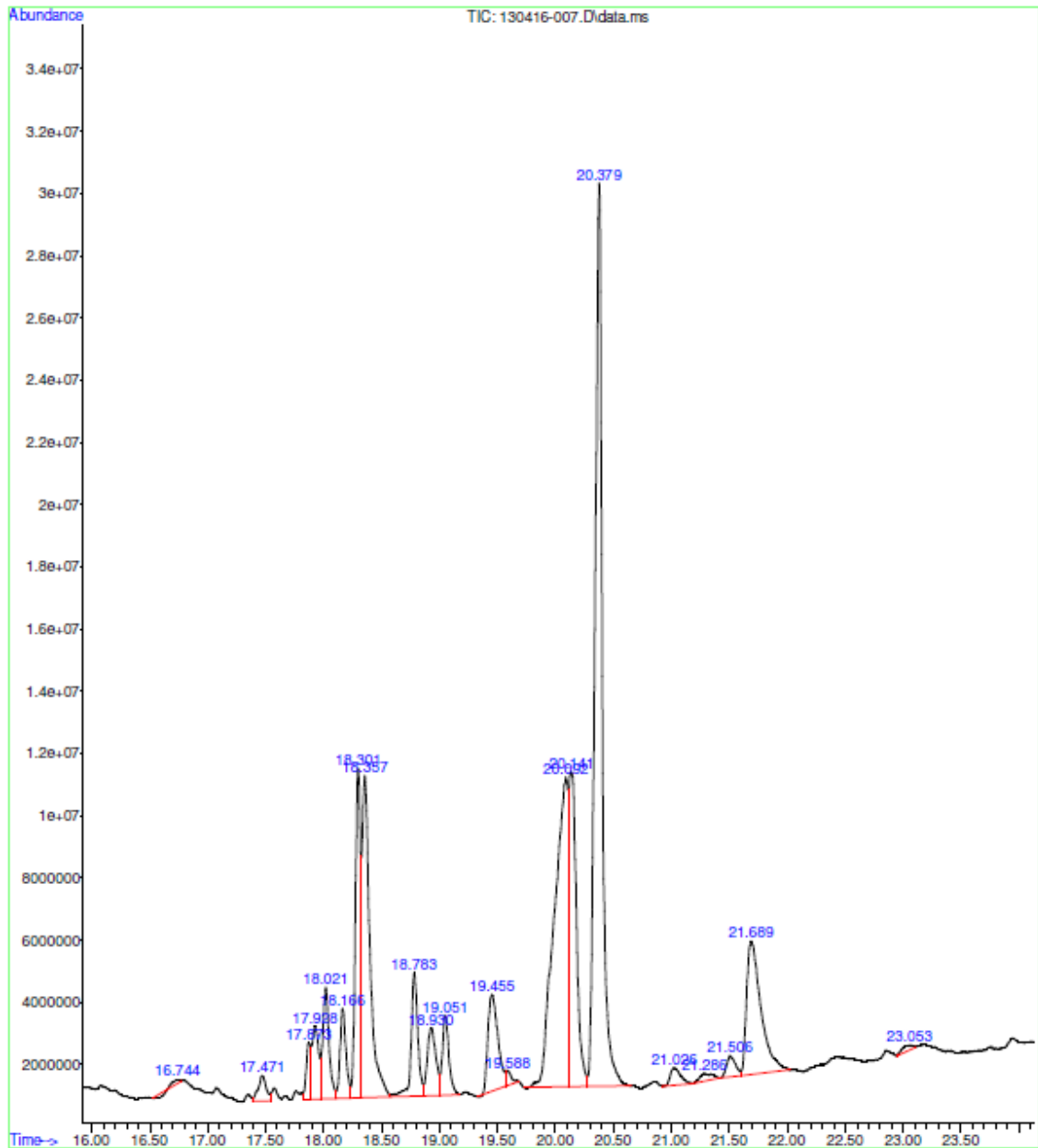
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

108. **Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

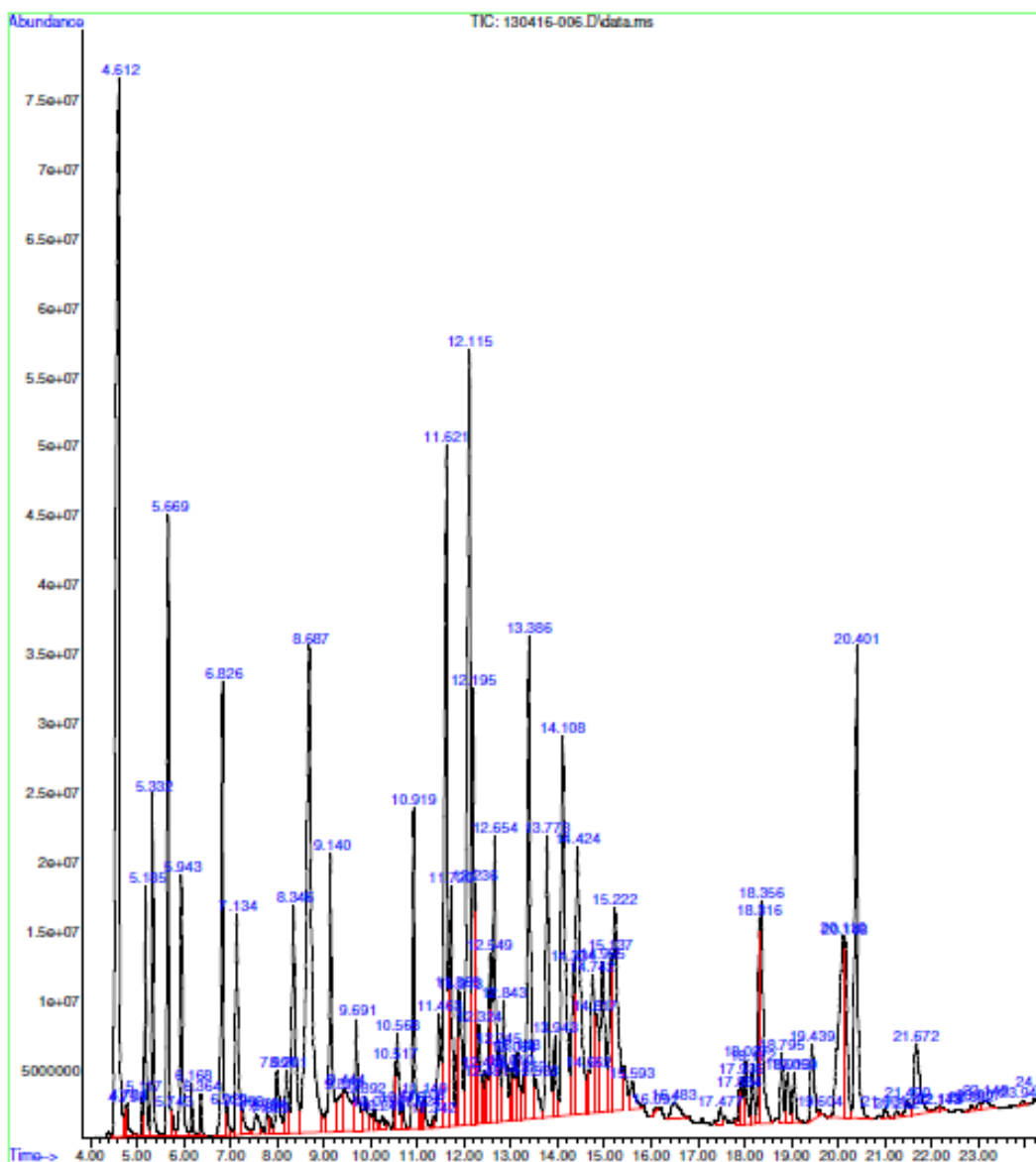
109. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos**



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

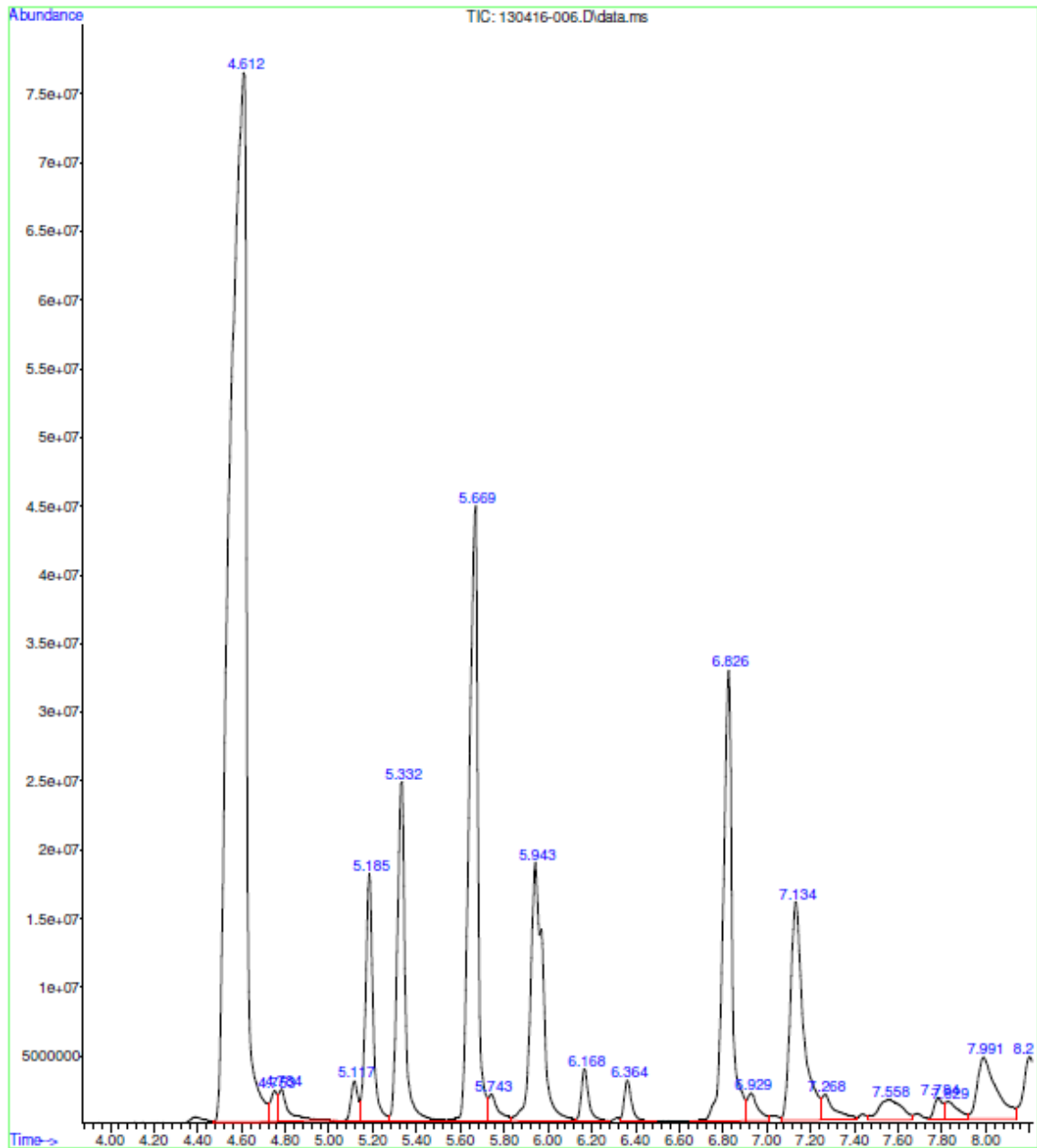
110. Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\130416-006.D
 Operator : Adem
 Acquired : 16 Apr 2013 12:35 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Cipres 120-Fr
 Misc Info :
 Vial Number: 1



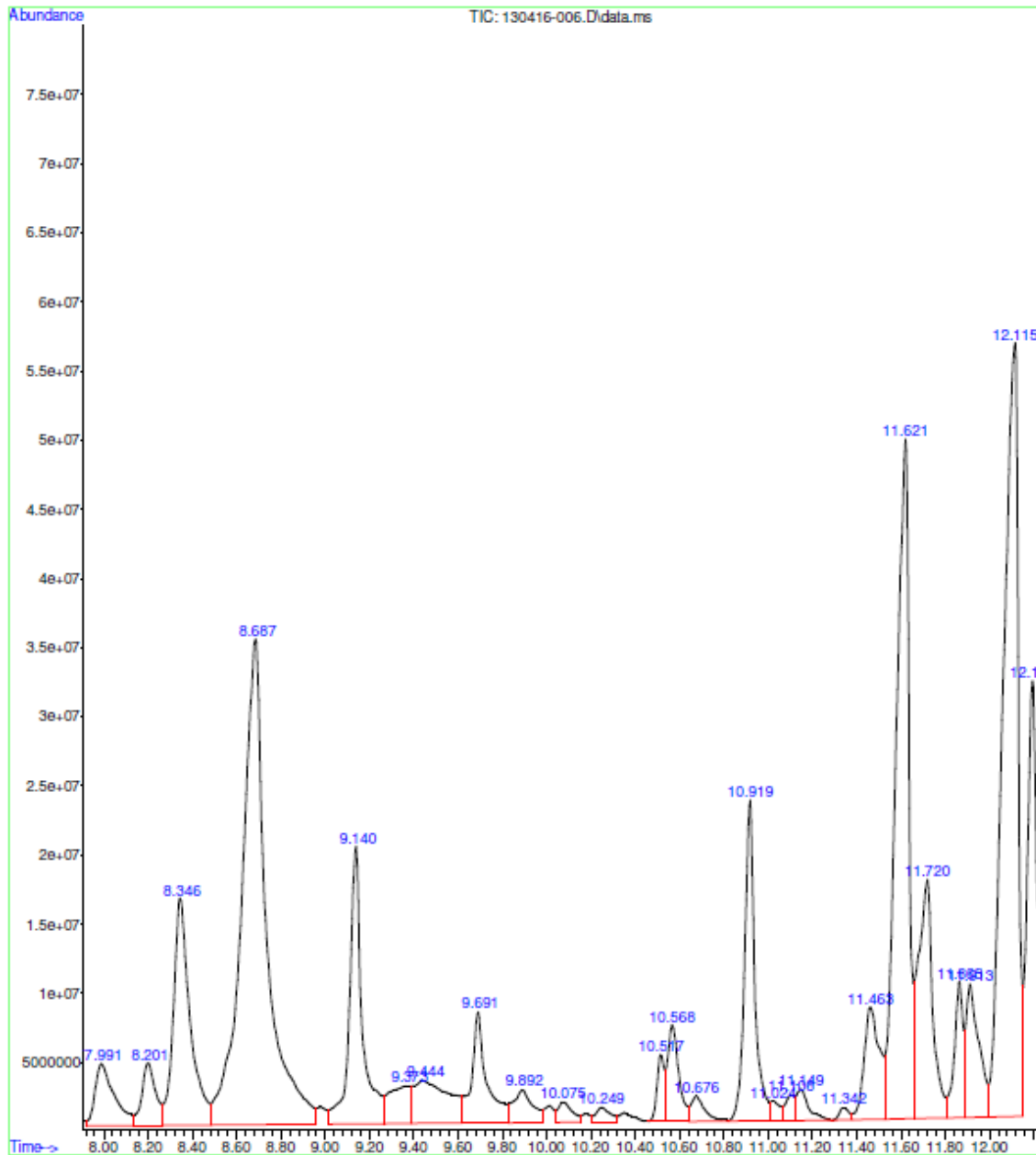
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

111. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos



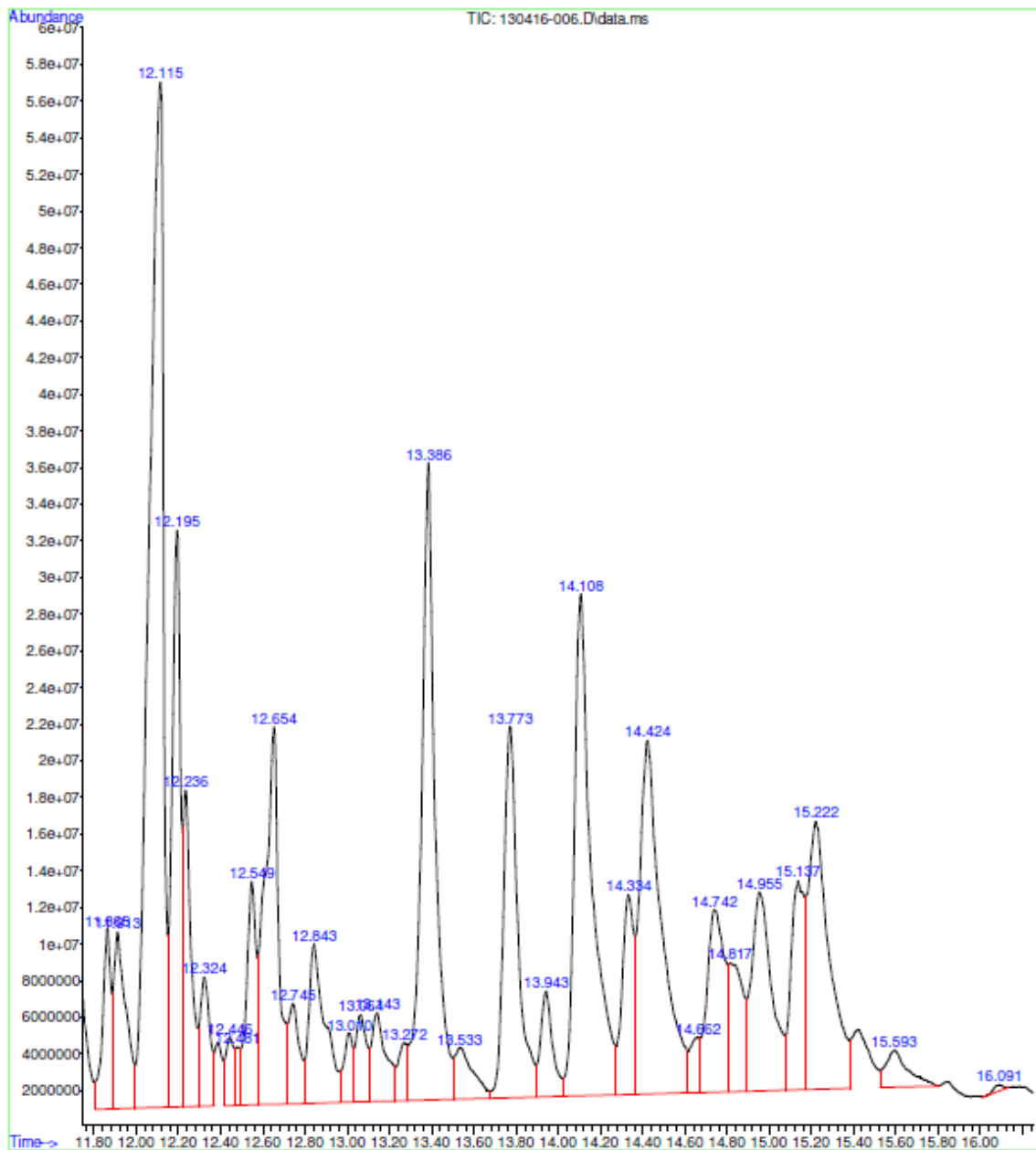
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

112. Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos



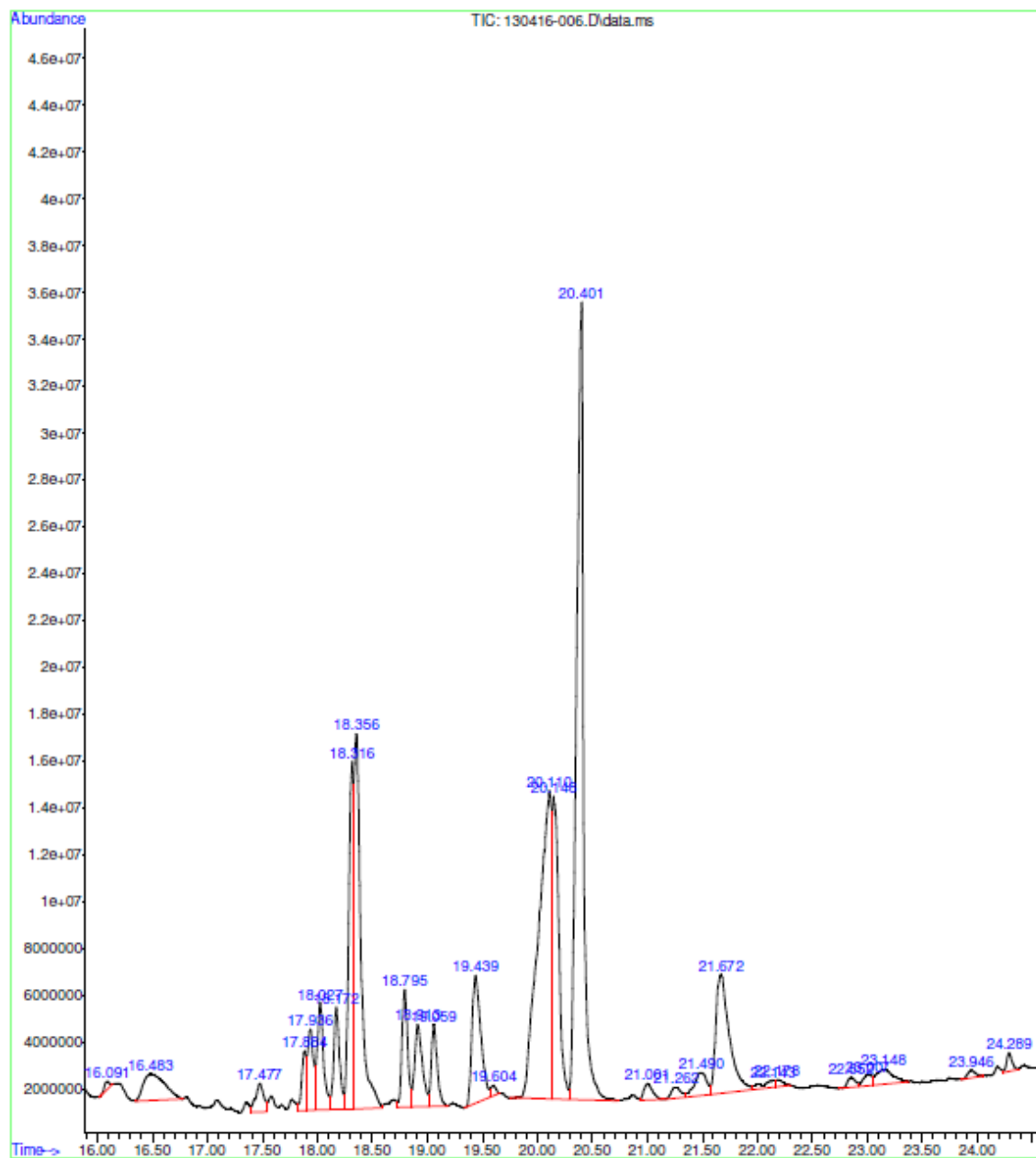
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

113. Segmento de 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos



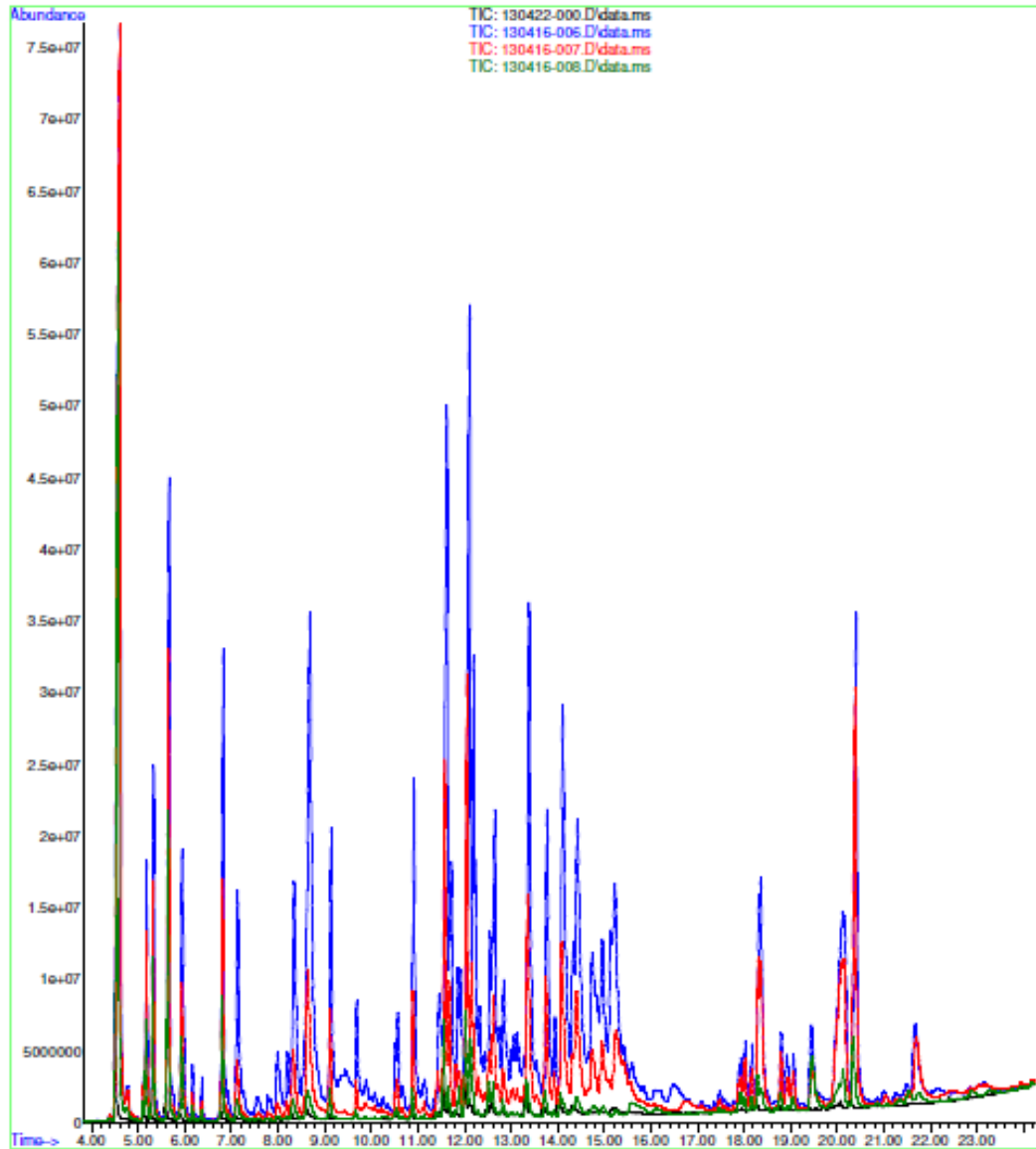
Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

114. Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos



Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

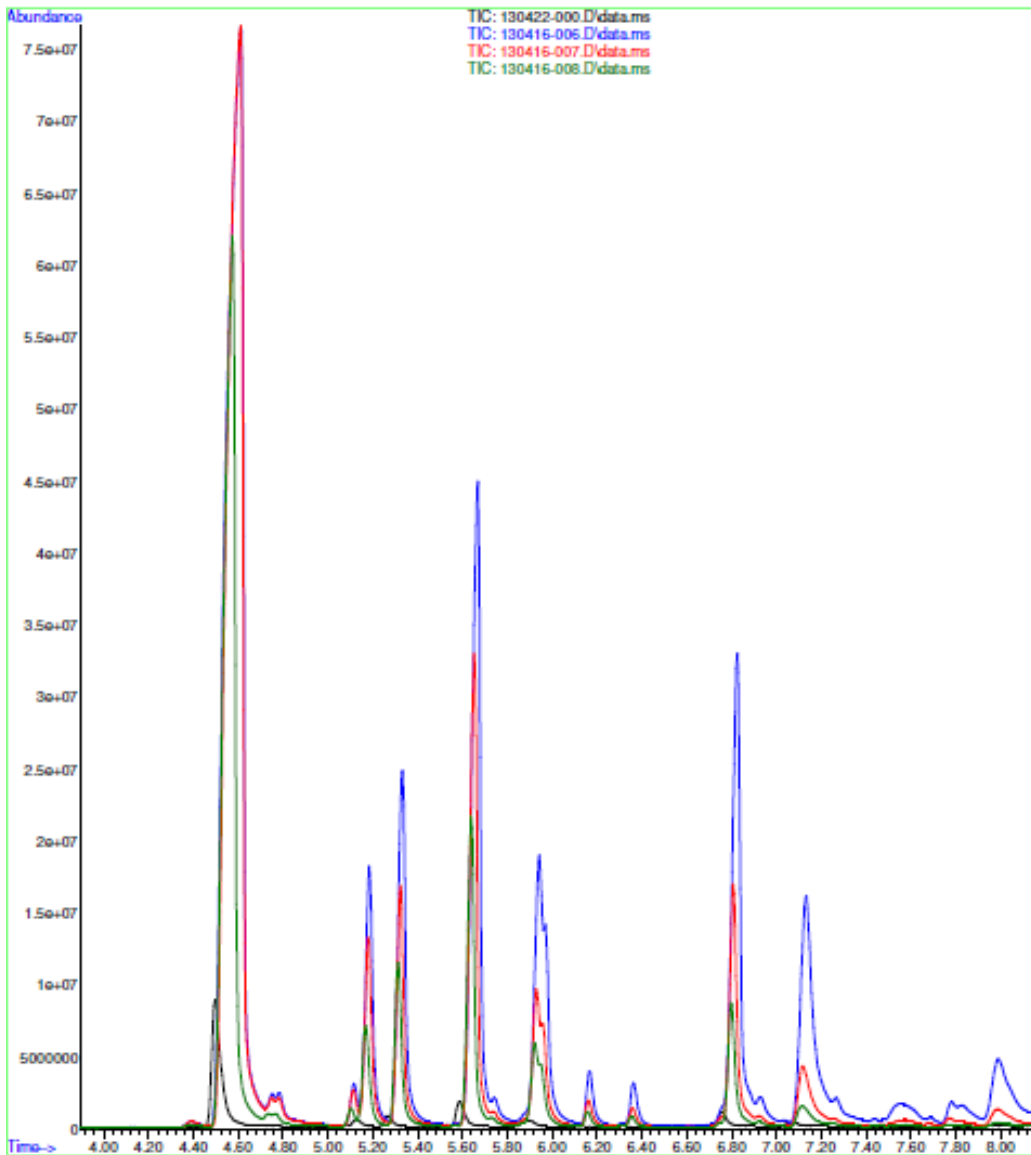
115. **Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

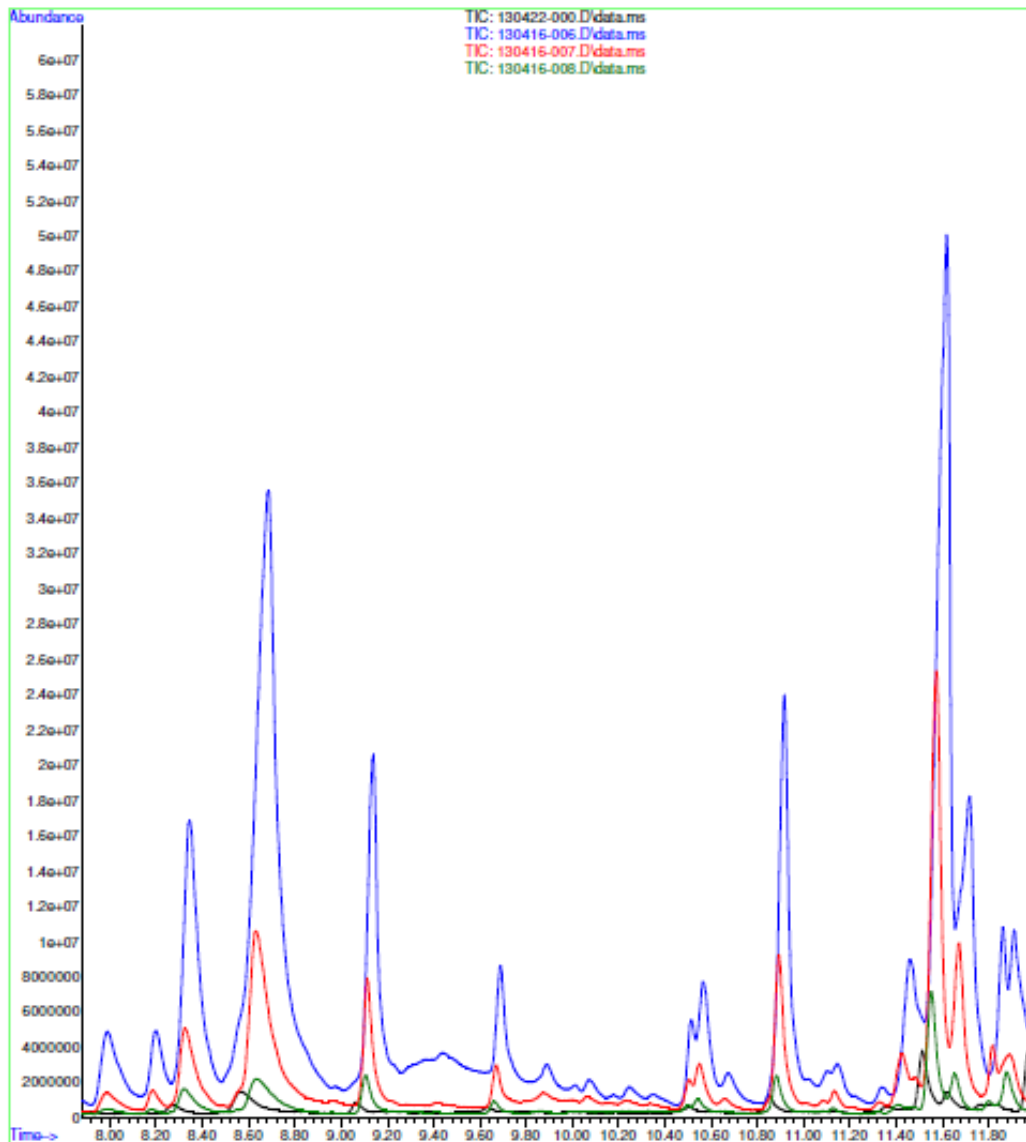
116. Segmento de 4 a 8 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos realizando una comparación entre los tiempos de extracción



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

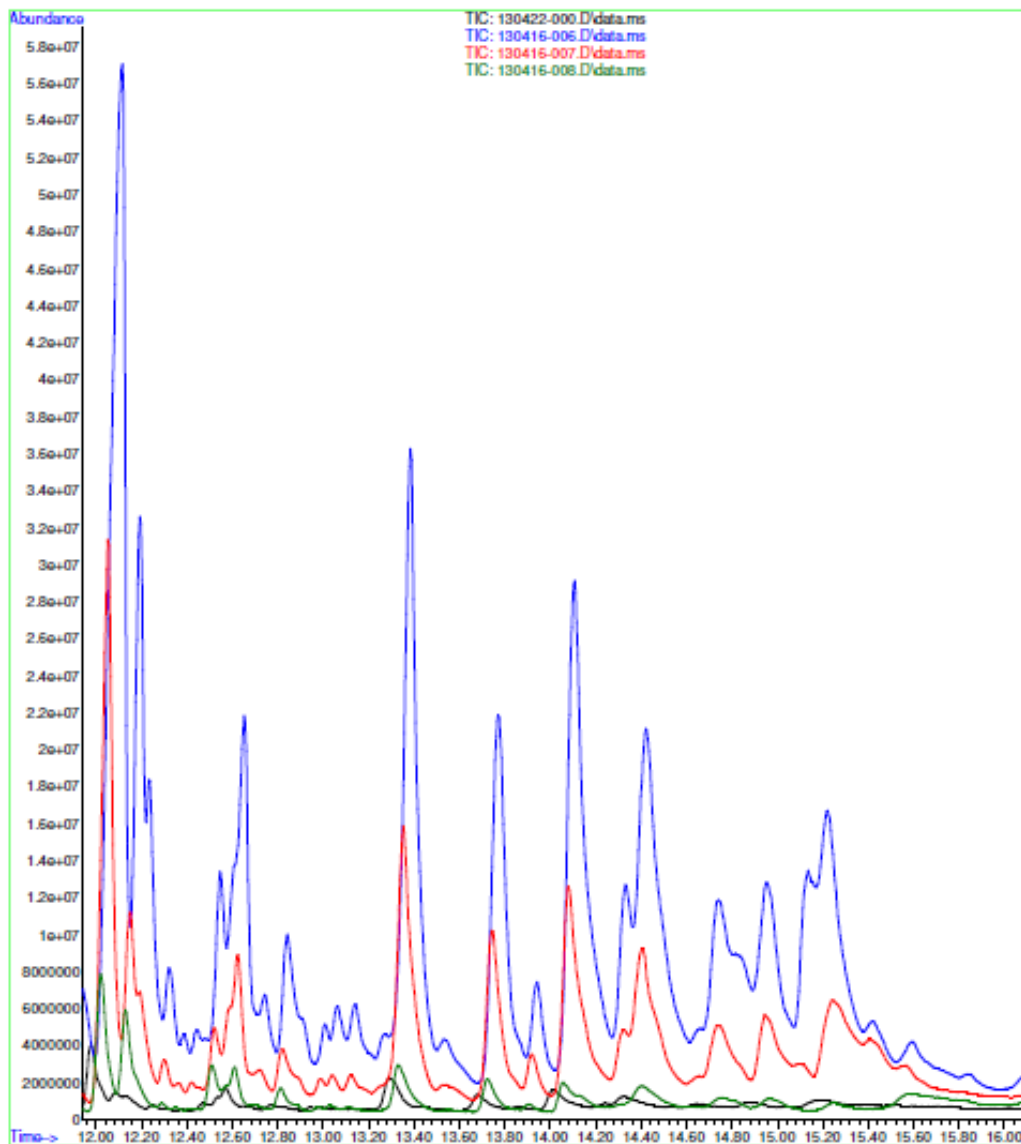
117. **Segmento de 8 a 12 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

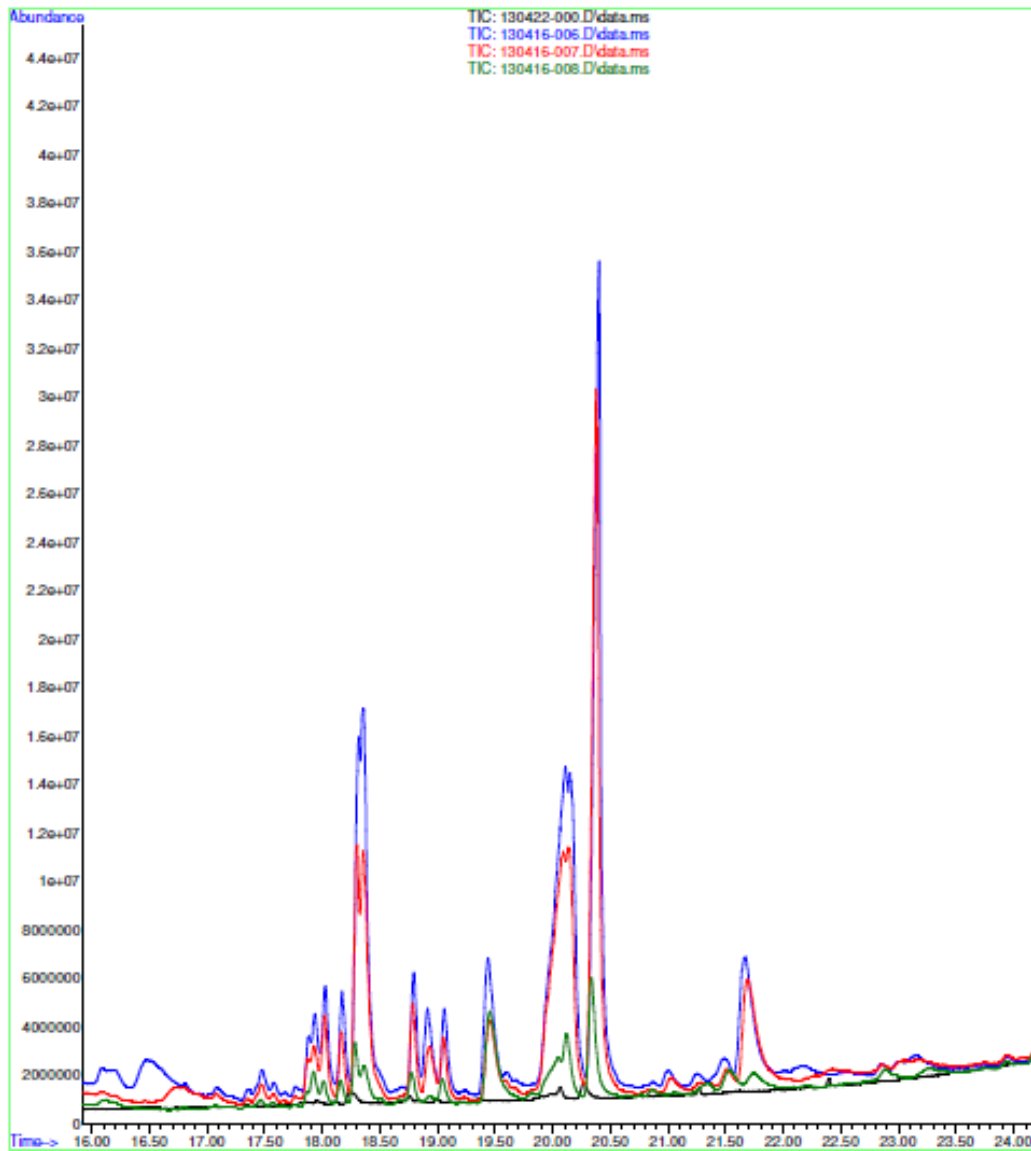
118. **Segmento 12 a 16 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

119. **Segmento 16 a 24 minutos de retención del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenidos de frutos realizando una comparación entre los tiempos de extracción**



	30 minutos		90 minutos
	60 minutos		120 minutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

120. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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	4.609	18.72	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	86
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	86
			.alpha.-Pinene	15181	000080-56-8	83
2	4.750	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Carene	15158	013466-78-9	90
			3-Carene	15157	013466-78-9	87
			4-Carene	15150	1000150-36-1	87
3	4.782	0.30	C:\Database\NIST05a.L			
			Camphene	15152	000079-92-5	95
			Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-4-Carene	15320	000464-17-5	90
				15150	1000150-36-1	87
4	5.114	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324	000099-84-3	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	91
5	5.183	1.50	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
6	5.324	1.89	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Pinene	15174	000127-91-3	64
			Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	30170	006580-95-6	59
7	5.656	3.89	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95
			3-Carene	15157	013466-78-9	95
			3-Carene	15156	013466-78-9	94
8	5.737	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	94
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15355	000099-85-4	93
9	5.933	1.82	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15162	005989-27-5	94
			Limonene	15154	000138-86-3	94
			D-Limonene	15164	005989-27-5	93
10	6.165	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15284	003338-55-4	98
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-3-Carene	15243	000502-99-8	97
				15151	013466-78-9	95

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdEM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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
11	6.361	0.16	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15355	000099-85-4	97
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	95
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354	000099-85-4	94
12	6.811	2.07	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15340	000586-62-9	96
13	6.925	0.11	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	13649	001195-32-0	95
			Benzene, 4-ethenyl-1,2-dimethyl-	13628	027831-13-6	91
			Benzene, 1-ethenyl-3,5-dimethyl-	13629	005379-20-4	91
14	7.120	0.78	C:\Database\NIST05a.L 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
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	49
15	7.989	0.27	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 2,3,3-trimethyl-	25718	000465-31-6	46
			4,4-Dimethyl-1-hexene	6522	001647-08-1	35
			1-Propene, 3-methoxy-2-methyl-	1788	022418-49-1	35
16	8.185	0.17	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22938	024545-81-1	97
			Bicyclo[3.1.0]hex-3-en-2-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	22939	024545-81-1	93
			Phenol, 2-methyl-	5238	000095-48-7	76
17	8.326	1.10	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25751	000562-74-3	91
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	81
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	81
18	8.635	3.26	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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
19	9.117	1.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32105 32108 32109	001076-56-8 001076-56-8 001076-56-8	91 90 90
20	9.672	0.33	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 54323 54228	005655-61-8 092618-89-8 000076-49-3	97 96 91
21	9.877	0.12	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)- 4,8,12-Tetradecatrien-1-ol, 5,9,13 -trimethyl- 2(1H)-Naphthalenone, octahydro-8a- methyl-, cis-	27134 92213 33436	001117-61-9 1000141-99-9 002530-17-8	83 43 35
22	10.509	0.16	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cubebene .alpha.-Cubebene .alpha.-Cubebene	59823 59824 59821	017699-14-8 017699-14-8 017699-14-8	99 99 98
23	10.550	0.35	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-tr imethyl- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr imethyl- (+)-4-Carene	15321 15322 15169	000464-17-5 000554-61-0 029050-33-7	93 93 91
24	10.896	1.32	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, 1,7,7-trimethyl-bicyc lo[2.2.1]hept-2-yl ester Isobornyl propionate Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-t rimethyl-, acetate, (1S-endo)-	54321 64211 54340	092618-89-8 002756-56-1 005655-61-8	94 87 86
25	11.137	0.12	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.3.0]nonane, 7-methylene- 2,4,4-trimethyl-2-vinyl- Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2, 4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.al pha.,2.beta.,4.beta.)]- 1,4-Heptadiene, 3-methyl-	59915 60003 5807	1000156-11-9 000515-13-9 001603-01-6	60 60 55
26	11.428	0.54	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propen yl)- Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propen yl)- Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propen yl)-	41488 41487 41492	000093-15-2 000093-15-2 000093-15-2	98 98 97

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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	11.482	0.22	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	41487	000093-15-2	92
			Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	41488	000093-15-2	43
			Benzeneacetic acid, .alpha.-ethyl-, methyl ester	41530	002294-71-5	41
28	11.578	3.98	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	98
			Caryophyllene	59801	000087-44-5	98
29	11.673	1.65	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, propanoate	65797	000141-14-0	87
			Butanoic acid, 3,7-dimethyl-6-octenyl ester	75908	000141-16-2	74
			Cyclohexene,1-(2-methylpropyl)-	16351	003983-03-7	70
30	11.819	0.43	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, propanoate, (Z)-	64241	000105-91-9	87
			Butanoic acid, 3-methyl-, 1-ethenyl-1,5-dimethyl-4-hexenyl ester	83878	001118-27-0	86
			Propanoic acid, 2-methyl-, 3,7-dimethyl-2,6-octadienyl ester, (E)-	74356	002345-26-8	86
31	11.892	0.69	C:\Database\NIST05a.L (+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	76
			Isoledene	59783	1000156-10-8	72
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	68
32	12.056	5.15	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, Z,Z,Z-.alpha.-Caryophyllene	59900	1000062-61-9	98
			.alpha.-Caryophyllene	59848	006753-98-6	97
			.alpha.-Caryophyllene	59849	006753-98-6	96
33	12.151	1.57	C:\Database\NIST05a.L 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.,7aS*)]-	60103	013744-15-5	93
			Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-	59918	150320-52-8	93
			(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	76
34	12.192	0.95	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cubebene	59824	017699-14-8	90
			.alpha.-Cubebene	59821	017699-14-8	87
			Copaene	59779	003856-25-5	87
35	12.301	0.39	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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-	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
36	12.520	0.63	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 6-ethenyl-6-methyl-1-(1-methylethyl)-3-(1-methylethylidene)-, (S)- Isoledene (-)-Isoledene	59984 59783 59799	005951-67-7 1000156-10-8 1000109-87-9	95 93 90
37	12.624	1.82	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)- Di-epi-.alpha.-cedrene Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 2-formylmethyl-4,6,6-trimethyl-	59933 59852 41706	017699-05-7 1000156-13-3 135004-95-4	76 64 64
38	12.820	0.78	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)- 1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR-(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	59978 59980 60075	000483-76-1 000483-76-1 025246-27-9	90 86 86
39	12.988	0.19	C:\Database\NIST05a.L cis-.alpha.-Bisabolene .alpha.-Caryophyllene Camphene	59850 59847 15152	029837-07-8 006753-98-6 000079-92-5	89 62 60
40	13.043	0.24	C:\Database\NIST05a.L Epizonarene 1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene- Naphthalene, 1,2,3,5,6,7,8,8a-octahydro-1,8a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,7.beta.,8a.alpha.)]-	59794 59928 60046	1000156-10-7 072747-25-2 004630-07-3	95 93 91
41	13.124	0.34	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethylidene)-, (4aR-trans)- Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethylidene)-, (4aR-trans)- 1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-	60004 59991 59928	006813-21-4 000515-17-3 072747-25-2	95 90 86

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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
42	13.356	3.60	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.)]- Eudesma-4(14),11-diene .gamma.-Elemene	60054	000473-13-2	87
				59851	1000152-04-3	83
				59808	339154-91-5	81
43	13.748	1.98	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide Caryophyllene oxide Cyclohexaneethanol, 2-methylene-	71350	001139-30-6	91
				71353	001139-30-6	74
				18105	053544-46-0	58
44	13.921	0.38	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Dihydropyridine, 1-(1-oxobutyl)- Santolina triene .alpha.-Caryophyllene	23982	1000132-46-2	64
				15184	002153-66-4	62
				59849	006753-98-6	58
45	14.080	3.00	C:\Database\NIST05a.L 12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene, 1,5,5,8-tetramethyl-, [1R-(1R*,3E,7E,11R*)]- 3,5-Dimethylcyclohex-1-ene-4-carboxaldehyde Spiro[4.4]nonan-2-one	71453	019888-34-7	86
				17040	006975-94-6	62
				16920	034177-18-9	58
46	14.325	0.54	C:\Database\NIST05a.L 1H-Benzocycloheptene, 2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS-cis)- 1,4-Methano-1H-indene, octahydro-1,7a-dimethyl-4-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,7a.beta.)]- Thujopsene	59998	003853-83-6	52
				60055	087064-18-4	48
				59785	000470-40-6	38
47	14.407	2.44	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.)]- 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, 2,3,4,7,8,8a-hexahydro-3,6,8,8-tetramethyl-, [3R-(3.alpha.,3a.beta.,7.beta.,8a.alpha.)]-	60059	000469-61-4	83
				60056	000469-61-4	83
				60061	000469-61-4	64
48	14.739	1.04	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cadinol 1,4-Methano-1H-indene, octahydro-1,7a-dimethyl-4-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,7a.beta.)]-	72908	000481-34-5	50
				60055	087064-18-4	50

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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
			1,2,4-Metheno-1H-indene, octahydro-1,7a-dimethyl-5-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,2.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,5.alpha.,7a.beta.,8S*)]-	60098	022469-52-9	46
49	14.948	0.97	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Bisabolol	72911	000515-69-5	91
			.alpha.-Bisabolol	72913	072691-24-8	74
			.alpha.-Bisabolol	72915	000515-69-5	68
50	15.094	0.12	C:\Database\NIST05a.L Longifolenaldehyde	71344	019890-84-7	93
			Alloaromadendrene oxide-(1)	71377	1000156-12-8	78
			Aromadendrene oxide-(2)	71361	1000151-98-6	53
51	15.244	1.57	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Methanoazulene-9-methanol, decahydro-4,8,8-trimethyl-, [1S-(1.alpha.,3a.beta.,4.alpha.,8a.beta.,9R*)]-	73006	001139-17-9	51
			Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethylidene)-, (4aR-trans)-	59990	000515-17-3	46
			5.beta.,7.beta.H,10.alpha.-Eudesm-11-en-1.alpha.-ol	72950	025826-85-1	41
52	15.408	0.45	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, trans-	24328	001197-07-5	42
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	25
			2(1H)-Pyridone, 1-ethyl-4-methyl-	16211	019006-62-3	20
53	16.745	0.00	C:\Database\NIST05a.L Thiocoumarin, 4,4,5,7-tetramethyl-7R,8R-8-Hydroxy-4-isopropylidene-7-methylbicyclo[5.3.1]undec-1-ene (7R,8S)-cis-anti-cis-7,8-Epoxytricyclo[7.3.0.0(2,6)]dodecane	71106	1000128-93-4	46
				71431	161362-94-3	43
				41710	073285-35-5	38
54	17.468	0.19	C:\Database\NIST05a.L Eudesma-4(14),11-diene	59851	1000152-04-3	70
			Caryophyllene	59801	000087-44-5	62
			Seychellene	59790	020085-93-2	59
55	17.873	0.23	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, 1,1'-methylenebis(decahydro-4a(2H)-Naphthalenemethanol, octahydro-	117437	055125-02-5	43
			dro-p-Toluic acid, heptadecyl ester	34893	099992-19-5	38
				163195	1000292-22-2	35
56	17.928	0.46	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.)-	107075	000511-85-3	95

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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-ene, (5.alpha.,9.alpha.,10 .beta.)-	107077	000511-85-3	83
57	18.019	0.70	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethy 1-3-methylene-	15363	016022-04-1	38
			3a,6-Methano-3ah-inden-5-ol, octah ydro-, (3a.alpha.,5.alpha.,6.alpha ,7a.beta.)-	24340	016489-23-9	38
			Cyclohexene, 2-ethenyl-1,3,3-trime thyl-	22997	005293-90-3	38
58	18.164	0.51	C:\Database\NIST05a.L 1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyld odecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy l-, [3R-(3.alpha.,4a.beta.,6a.alph a.,10a.beta.,10b.alpha.)]-	118754	000596-84-9	76
			1H-Naphtho[2,1-b]pyran, 3-ethenyld odecahydro-3,4a,7,7,10a-pentamethy l-, [3S-(3.alpha.,4a.alpha.,6a.bet a.,10a.alpha.,10b.beta.)]-	118755	001227-93-6	74
			4a,7,7,10a-Tetramethyl-dodecahydro -benzo[f]chromen-3-one	101442	1000192-27-9	27
59	18.301	1.59	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[4.2.1.0(2,5)]non-3-en-9-e ndo-ol, 9-exo-ethyl-, endo-	32140	1000141-58-6	38
			Atis-15-ene, (5.beta.,8.alpha.,9.b eta.,10.alpha.,12.alpha.)-	107088	005975-29-1	35
			3-Tetradecen-5-yne, (Z)-	51350	074663-68-6	35
60	18.355	2.48	C:\Database\NIST05a.L (E,E,E)-3,7,11,15-Tetramethylhexad eca-1,3,6,10,14-pentaene	107086	077898-97-6	90
			(E,E)-7,11,15-Trimethyl-3-methylen e-hexadeca-1,6,10,14-tetraene	107090	070901-63-2	74
			Nerolidol 1	72902	1000285-43-5	68
61	18.783	0.78	C:\Database\NIST05a.L 7-Isopropyl-1,1,4a-trimethyl-1,2,3 ,4,4a,9,10,10a-octahydrophenanthre ne	105799	1000210-28-9	94
			S-Indacene-1,7-dione, 2,3,5,6-tetr ahydro-3,3,4,5,5,8-hexamethyl-	105728	055591-16-7	38
			Pyrazol-5-amine, 1-cyclohexyl-3-me thyl-4-phenyl-	95458	311790-61-1	35
62	18.929	0.56	C:\Database\NIST05a.L 1-Naphthalenepropanol, .alpha.-eth enyldecahydro-.alpha.,5,5,8a-tetra methyl-2-methylene-, [1S-[1.alpha. (S*),4a.beta.,8a.alpha.]]-	118753	000596-85-0	95
			2-Methyl-3-(3-methyl-but-2-enyl)-2 -(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane	72975	1000144-10-2	53
			Thunbergol	118732	025269-17-4	45
63	19.051	0.50	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 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
			Androst-5-en-4-one	107036	013583-72-7	86
			1,3,6,10-Cyclotetradecatetraene, 3	107097	001898-13-1	70
			,7,11-trimethyl-14-(1-methylethyl)-			
			-, [S-(E,Z,E,E)]-			
			Benzocyclododecene, 2,3-diethyl-4a	107092	061141-65-9	52
			,5,6,7,8,9,10,11,12,13-decahydro-			
64	19.456	0.92	C:\Database\NIST05a.L			
			5-(1-Isopropenyl-4,5-dimethylbicyc	143845	1000195-69-8	45
			lo[4.3.0]nonan-5-yl)-3-methyl-2-pe			
			ntenol acetate			
			Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methyl	25787	000513-23-5	41
			-1-(1-methylethyl)-			
			Amiphenazole	50777	000490-55-1	38
65	19.588	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			(1R,2S,8R,8Ar)-8-acetoxy-1-(2-hydr	122239	1000298-98-4	68
			oxyethyl)-1,2,5,5-tetramethyl-tran			
			s-decalin			
			Cyclohexane, 3,4-bis(1-methylethen	51373	061142-74-3	49
			yl)-1,1-dimethyl-			
			Cyclohexane, 1,1-dimethyl-2,4-bis(51376	062337-98-8	49
			1-methylethenyl)-, cis-			
66	20.093	3.99	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[5.2.0]nonane, 4-methylene-	59916	1000159-38-2	47
			2,8,8-trimethyl-2-vinyl-			
			1,5-Hexadiene, 2,5-dimethyl-3-meth	9742	059131-13-4	35
			ylene-			
			Andrographolide	152634	005508-58-7	30
67	20.143	2.32	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Dibenzo[a,i]fluorene, eicosahyd	116265	055256-24-1	42
			ro-			
			Diazene, bis(4-ethoxyphenyl)-, 1-o	115888	004792-83-0	42
			xide			
			Kaura-5,16-dien-18(or 19)-ol	116234	023837-99-2	41
68	20.380	6.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[2.2.2]hept-2-ene-5-thiocar	91775	255820-14-5	27
			boxylic acid, S-(2-thienyl) ester			
			2,3-Diazabicyclo[2.2.1]hept-2-ene,	41603	150667-99-5	27
			4-methyl-1-(pent-4-en-1-yl)-			
			3-Tetradecen-5-yne, (E)-	51351	074744-44-8	22
69	21.025	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			4,8,13-Cyclotetradecatatriene-1,3-di	128664	007220-78-2	76
			ol, 1,5,9-trimethyl-12-(1-methylet			
			hyl)-			
			11-Hexacosyne	158215	034291-69-5	64
			2-Methyl-3-(3-methyl-but-2-enyl)-2	72975	1000144-10-2	64
			-(4-methyl-pent-3-enyl)-oxetane			
70	21.285	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			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)-			

Continuación del anexo 120.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis Cipres\
 Data File : 130416-007.D
 Title :
 Acq On : 16 Apr 2013 13:07
 Operator : AdeM
 Sample : Cipres 90-Fr
 Misc :
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

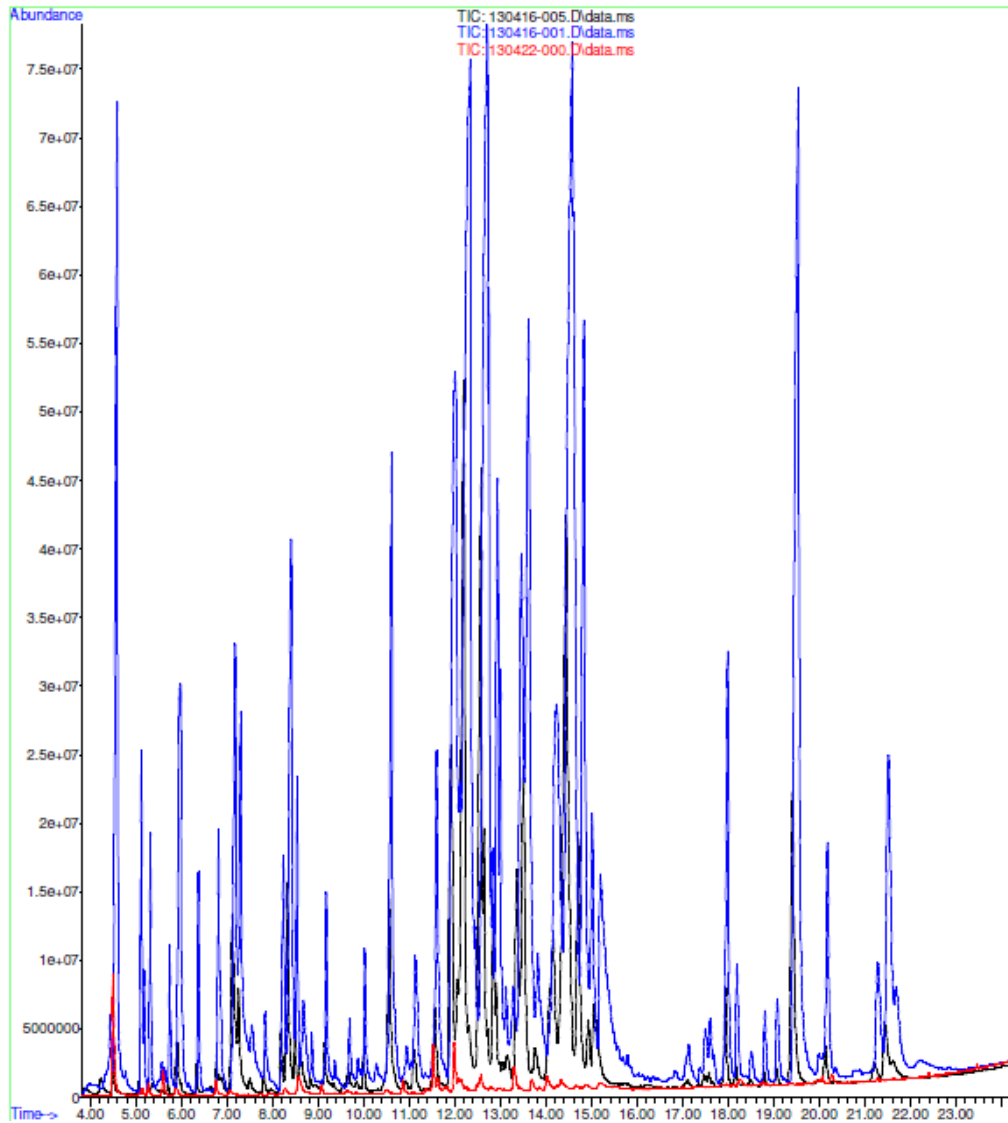
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - events.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116239	000511-15-9	46
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			5-Androstene, 4,4-dimethyl-	116261	1000194-15-4	38
71	21.508	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116238	000511-15-9	98
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)-			
			2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	116239	000511-15-9	98
			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	76
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, acetate, (4bS-trans)-			
72	21.690	1.84	C:\Database\NIST05a.L			
			Ferruginol	116232	000514-62-5	99
			3-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,1	141543	015340-79-1	87
			0-octahydro-4b,8,8-trimethyl-2-(1-methylethyl)-, acetate, (4bs-trans)-			
			13-Isopropylpodocarpin-12-ol-20-al	125009	024035-37-8	58
73	23.054	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Oleic Acid	113355	000112-80-1	55
			Pregnan-20-one, 3-(acetyloxy)-, (3.alpha.,5.beta.)-	157275	001491-77-6	45
			1H-Dibenzo[a,i]fluorene, eicosahydro-	116265	055256-24-1	44
74	24.282	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Oleic Acid	113355	000112-80-1	95
			Bicyclo(3.3.1)nonane-2,6-dione	24940	016473-11-3	50
			9-Octadecenoic acid (Z)-, 2-hydroxy	155412	003443-84-3	49
			y-1-(hydroxymethyl)ethyl ester			

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Nota: se obtuvo una búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma del aceite esencial de ciprés obtenido de frutos para los tiempos de extracción de 30, 60 y 120 minutos.

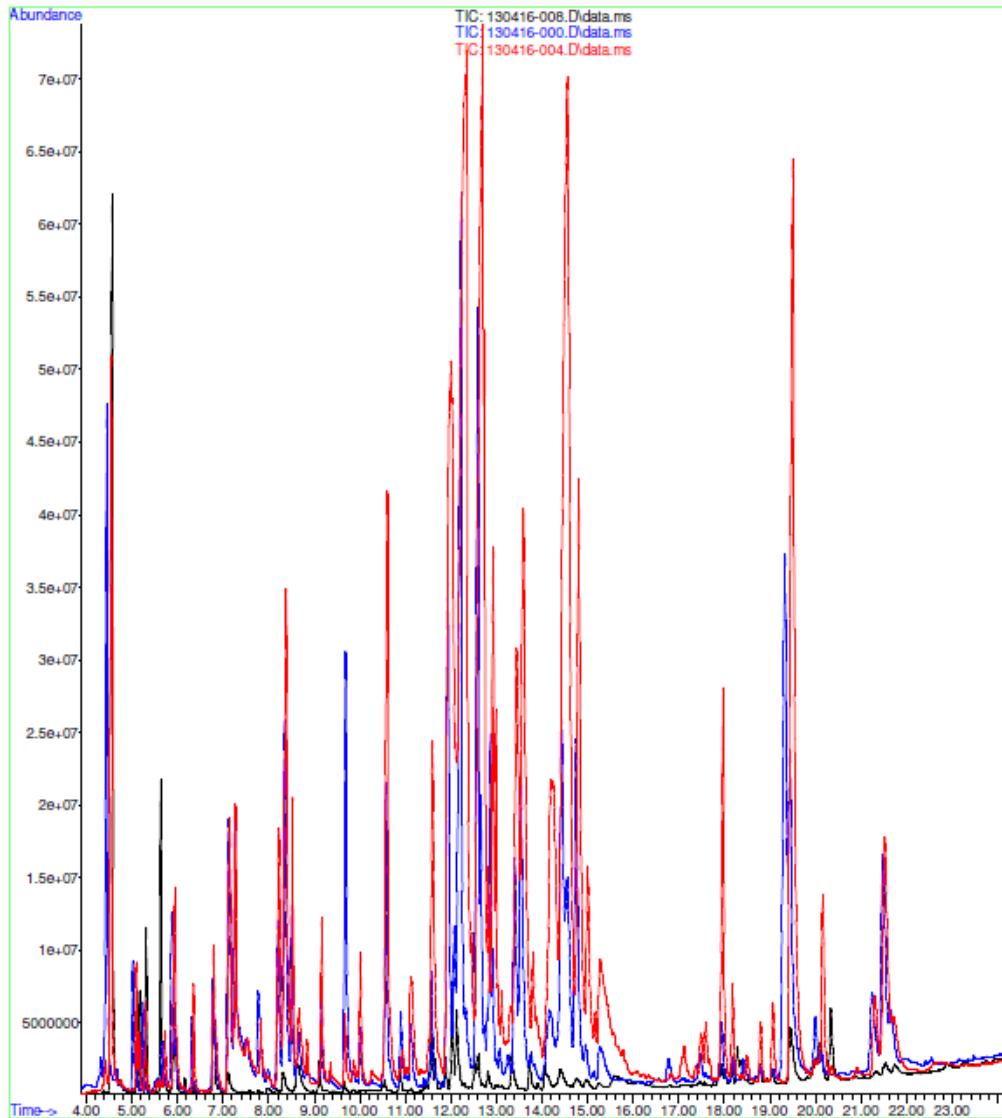
121. **Cromatograma comparativo del aceite esencial de ciprés obtenido hojas, ramillas y frutos con un tiempo de extracción de 30 minutos**



	hojas
	ramillas
	frutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

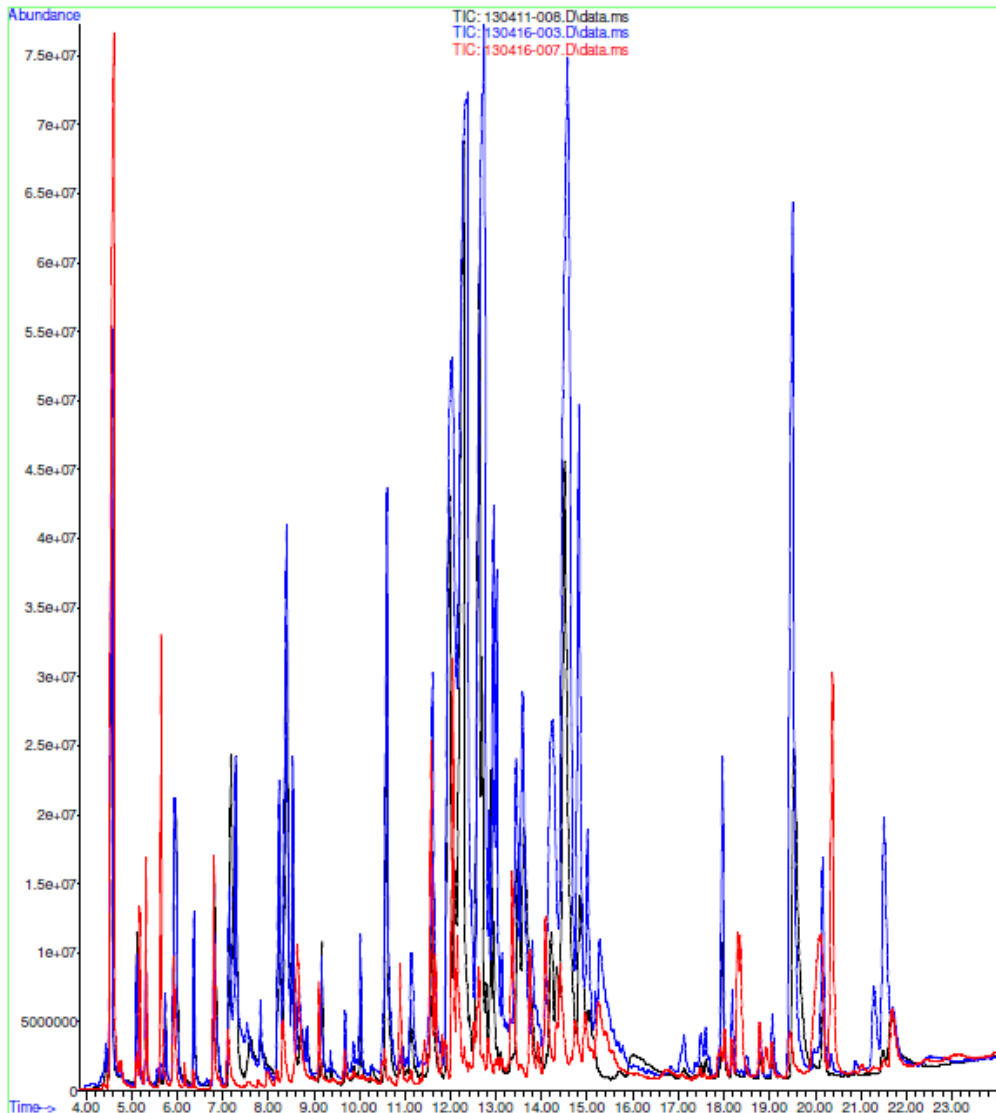
122. **Cromatograma comparativo del aceite esencial de ciprés obtenido hojas, ramillas y frutos con un tiempo de extracción de 60 minutos**



	hojas
	ramillas
	frutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

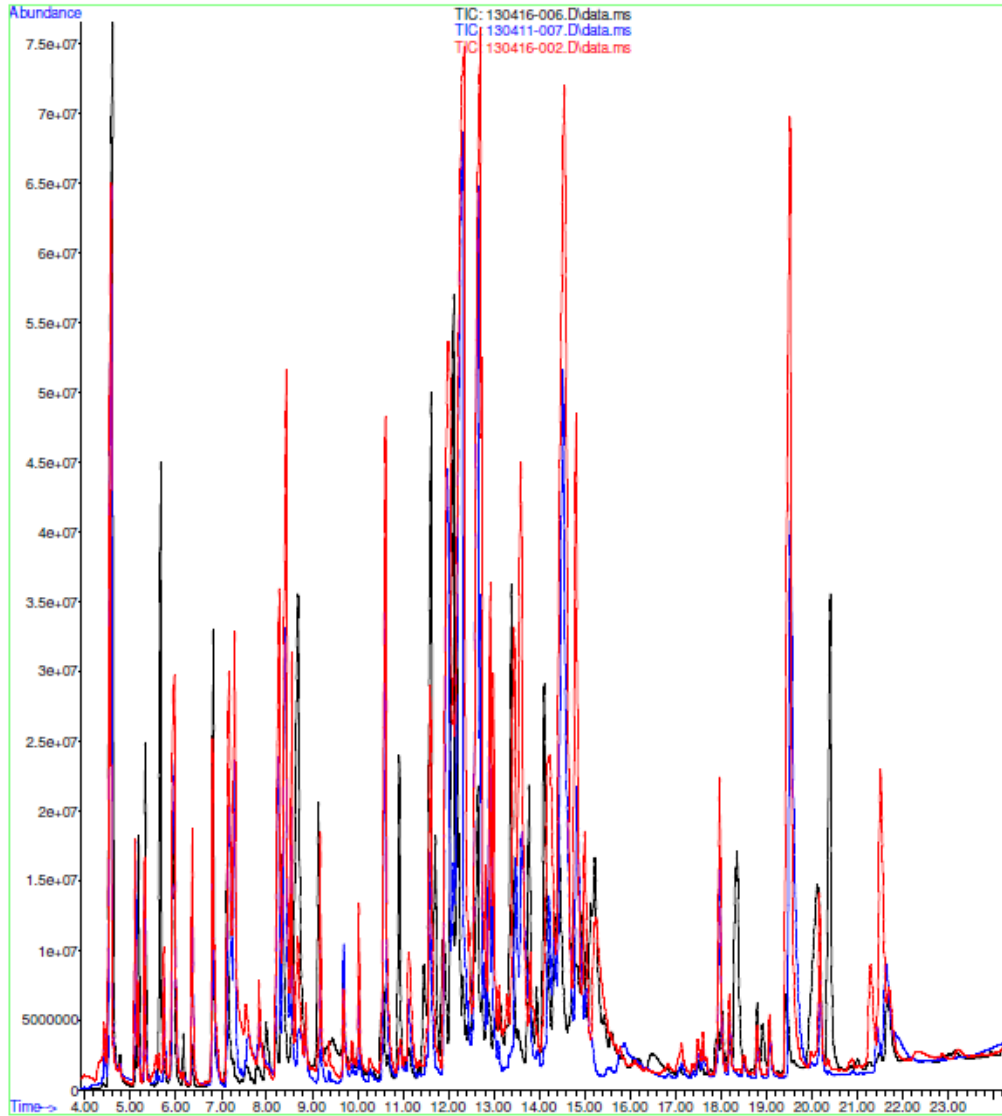
123. **Cromatograma comparativo del aceite esencial de ciprés obtenido hojas, ramillas y frutos con un tiempo de extracción de 90 minutos**



	hojas
	ramillas
	frutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

124. **Cromatograma comparativo del aceite esencial de ciprés obtenido hojas, ramillas y frutos con un tiempo de extracción de 120 minutos**



	hojas
	ramillas
	frutos

Fuente: base de datos del NIST, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

