



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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)
PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA
LABORATORIO Y PLANTA PILOTO**

César José Andrés Cetino Quiroz

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

Guatemala, mayo de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)
PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA
LABORATORIO Y PLANTA PILOTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CÉSAR JOSÉ ANDRÉS CETINO QUIROZ

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

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, MAYO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Adela María Marroquín González
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*)
PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA
LABORATORIO Y PLANTA PILOTO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 11 de mayo de 2016.

César José Andrés Cetino Quiroz



Guatemala, 31 de julio de 2018

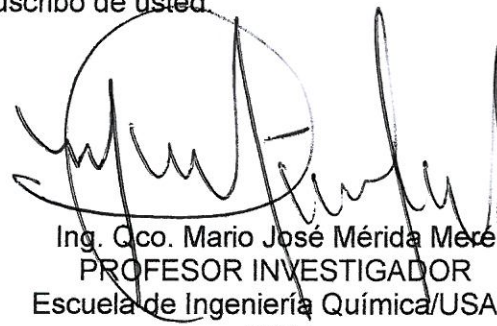
Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Wong:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al Informe Final del Trabajo de Graduación **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO”**, del estudiante de Ingeniería Química César José Andrés Cetino Quiroz quien se identifica con CUI No. 2341 08835 0101 y registro académico número 2012-12726.

Sin otro particular me suscribo de usted

Atentamente,




Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
PROFESOR INVESTIGADOR
Escuela de Ingeniería Química/USAC
JEFE



INGENIERO QUÍMICO
Mario José Mérida Meré
Colegiado 1411

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



Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
Profesora Investigadora Titular IX
Sección Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC
Asesora



INGENIERA QUÍMICA
Telma Maricela Cano M.
Colegiada 433



Guatemala, 30 de enero de 2019.
 Ref. EIQ.TG-IF.007.2019.

Ingeniero
 Carlos Salvador Wong Daví
 DIRECTOR
 Escuela de Ingeniería Química
 Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **014-2016** 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
-Modalidad Seminario de Investigación-

Solicitado por el estudiante universitario: **César José Andrés Cetino Quiroz**.
 Identificado con número de carné: **2341 08835 0101**.
 Identificado con registro académico: **2012-12726**.
 Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICA**.

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 Y CARACTERIZACIÓN FISICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO

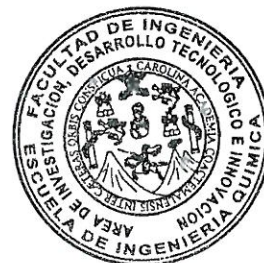
El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por los Ingenieros Químicos: **Telma Maricela Cano Morales** y **Mario José Mérida Mérida**.

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



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Licda. Ingrid Lorena Benítez Pacheco
 COORDINADORA DE TERNA
 Tribunal de Revisión
 Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.030.2019

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, **CÉSAR JOSÉ ANDRÉS CETINO QUIROZ** titulado: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, abril 2019

FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR

Cc: Archivo
CSWD/ale



DTG. 224.2019

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 Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL DE LA CÁSCARA Y HOJA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) PROVENIENTE DE SUCHITEPÉQUEZ, SANTA ROSA Y ESCUINTLA, A ESCALA LABORATORIO Y PLANTA PILOTO**, presentado el estudiante universitario: **César José Andrés Cetino Quiroz**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2019

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme paciencia, perseverancia, sabiduría y una madre maravillosa.
Mi madre	Mercedes Quiroz, por su amor incondicional y apoyo. Mi razón de vivir.
Mis abuelos	César Quiroz (q. e. p. d.) y Josefina de Quiroz, por tenerme paciencia desde pequeño.
Mi familia	Tíos y primos, por su cariño, apoyo y consejos.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la institución que me ayudó a adquirir el conocimiento para alcanzar mis sueños.
Facultad de Ingeniería	Por la formación brindada para convertirme en un profesional.
Mi madre	Por acompañarme en este amplio recorrido y no dejarme desmayar.
Mi familia	Por creer siempre en mí.
Mi novia	Por ayudarme en todo lo posible.
Mis amigos	Por hacer de esta experiencia algo más divertido e inigualable.
Mis asesores	Ing. Mario Mérida e Inga. Telma Cano, por su gran apoyo, y por compartir sin egoísmo sus conocimientos para realizar este estudio.
Mi revisora	Lic. Ingrid Benítez, por su dedicación y guía en la revisión del presente trabajo.
Sr. Carlos Iraeta	Por su gran ayuda al momento de obtener la materia de estudio del presente trabajo.

**Laboratorio de
Investigación de
Extractos Vegetales
(LIEXVE)**

Por ser parte fundamental en mi carrera como profesional.

**Universidad del Valle de
Guatemala**

Por su apoyo en la realización de pruebas para este estudio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XV
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
HIPÓTESIS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Aceites esenciales.....	3
2.1.1. Propiedades de los aceites esenciales.....	3
2.1.2. Cómo se usan los aceites esenciales.....	3
2.1.3. Características y propiedades	4
2.1.3.1. Terpenoides.....	4
2.1.3.2. No terpenoides	5
2.2. Clasificación	5
2.2.1. Esencias fluidas.....	5
2.2.2. Bálsamos	5
2.2.3. Oleorresinas	5
2.3. Origen.....	6
2.3.1. Naturales	6
2.3.2. Artificiales	6
2.3.3. Sintéticos	6

2.4.	Extracción del aceite	7
2.4.1.	Destilación por vapor directo	7
2.4.2.	Hidrodestilación.....	8
2.4.3.	Expresión	8
2.4.4.	Maceración.....	9
2.4.5.	Extracción con disolventes volátiles	9
2.4.6.	Enfleurage	9
2.4.7.	Extracción con fluidos supercríticos	10
2.5.	Análisis de los aceites esenciales	10
2.5.1.	Tipos de cromatografía	10
2.5.2.	Cromatografía de intercambio iónico.....	11
2.5.3.	Cromatografía de exclusión.....	11
2.5.4.	Cromatografía de afinidad	11
2.5.5.	Cromatografía de adsorción	11
2.5.6.	Cromatografía de partición	11
2.5.7.	Cromatografía de fase reversa	12
2.5.8.	Cromatografía en capa fina (TLC).....	12
2.5.9.	Cromatografía en fase gaseosa	12
2.5.10.	Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas	13
2.6.	Uso de aceites esenciales.....	14
2.6.1.	Industria farmacéutica	14
2.6.2.	Industria alimentaria	14
2.6.3.	Casero.....	14
2.6.4.	Desodorantes industriales	15
2.7.	Materia prima	15
2.7.1.	El género citrus	16
2.7.2.	Taxonomía y morfología.....	16
2.7.3.	Propiedades fisicoquímicas.....	17

2.7.4.	Cultivo y cosecha.....	17
2.7.5.	Comercialización	20
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	21
3.1.	Localización.....	21
3.2.	Variables.....	21
3.2.1.	Variables independientes	21
3.2.2.	Variables dependientes	22
3.2.3.	Valores fijos	23
3.2.4.	Variables respuesta	24
3.3.	Delimitación del campo de estudio	24
3.3.1.	Obtención de la materia prima.....	25
3.3.2.	Análisis fisicoquímico del aceite esencial	25
3.3.3.	Análisis cuantitativo del aceite esencial.....	25
3.4.	Recursos humanos.....	25
3.5.	Recursos materiales.....	26
3.6.	Técnicas cuantitativas de la investigación	28
3.6.1.	Extracción de aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) utilizando la técnica de hidrodestilación, a escala laboratorio	28
3.6.2.	Extracción de aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) utilizando la técnica de destilación por arrastre con vapor directo, a escala planta piloto ...	29
3.6.3.	Cálculo de la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	31
3.6.4.	Medición del índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	31
3.6.5.	Detección de componentes químicos a través de una cromatografía gaseosa acoplada a	

	espectrometría de masas para el aceite esencial de hojas y cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>)	32
3.7.	Análisis estadístico de los datos	32
3.7.1.	Cálculo de varianza	33
3.7.2.	Cálculo de desviación estándar.....	33
3.7.3.	Análisis de varianza	34
3.7.4.	Coefficiente de variación de Pearson.....	35
3.8.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	36
3.9.	Análisis estadístico.....	58
4.	RESULTADOS.....	79
4.1.	Extracción del aceite esencial de cáscara y hoja de naranja, utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio y destilación por arrastre con vapor directo, a escala planta piloto.....	79
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	99
	CONCLUSIONES.....	105
	RECOMENDACIONES	107
	BIBLIOGRAFÍA.....	109
	APÉNDICE	113
	ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>)	19
2.	Árbol naranjo.....	19

TABLAS

I.	Producción de naranjas año 2002.....	20
II.	Variables independientes en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	22
III.	Variables dependientes en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	23
IV.	Valores fijos en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>).....	24
V.	Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	36
VI.	Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	37
VII.	Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	37
VIII.	Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	38
IX.	Densidad del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala laboratorio.....	39

X.	Densidad del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala laboratorio.....	39
XI.	Densidad del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a planta piloto	40
XII.	Densidad del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a planta piloto.....	41
XIII.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio.....	41
XIV.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio.....	42
XV.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	43
XVI.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	43
XVII.	pH del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala laboratorio.....	44
XVIII.	pH del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala laboratorio.....	45
XIX.	pH del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala planta piloto	45
XX.	pH del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>) a escala planta piloto	46
XXI.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Escuintla	47
XXII.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Escuintla	47

XXIII.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitepéquez	48
XXIV.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitepéquez	49
XXV.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa	50
XXVI.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa	51
XXVII.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla.....	52
XXVIII.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla.....	53
XXIX.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitepéquez	54
XXX.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitepéquez	55
XXXI.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa	56

XXXII.	Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa	57
XXXIII.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas	58
XXXIV.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas	58
XXXV.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas.....	59
XXXVI.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas	59
XXXVII.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	60
XXXVIII.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	60
XXXIX.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	61
XL.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	61

XL I.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	62
XLII.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	62
XLIII.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	63
XLIV.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	63
XLV.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto.....	64
XLVI.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto	64
XLVII.	Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto.....	65
XLVIII.	Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto	65
XLIX.	Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas.....	66

L.	Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas.....	66
LI.	Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	67
LII.	Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	67
LIII.	Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	68
LIV.	Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	68
LV.	Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto....	69
LVI.	Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto....	69
LVII.	Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según parte de la planta: cáscara y hojas.....	70
LVIII.	Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según parte de la planta: cáscara y hojas.....	70
LIX.	Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	71

LX.	Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	71
LXI.	Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa.....	72
LXII.	Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa	72
LXIII.	Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto.....	73
LXIV.	Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto	73
LXV.	Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas	74
LXVI.	Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la parte de la planta: cáscara y hojas.....	74
LXVII.	Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	75
LXVIII.	Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	75

LXIX.	Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla	76
LXX.	Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla.....	76
LXXI.	Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto	77
LXXII.	Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) según la escala: laboratorio y planta piloto.....	77
LXXIII.	Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	79
LXXIV.	Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	80
LXXV.	Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto.....	80
LXXVI.	Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto.....	81
LXXVII.	Densidad del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	81
LXXVIII.	Densidad del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	82
LXXIX.	Densidad del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	82
LXXX.	Densidad del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto.....	83

LXXXI.	Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	83
LXXXII.	Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	84
LXXXIII.	Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	84
LXXXIV.	Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto	85
LXXXV.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	85
LXXXVI.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio	86
LXXXVII.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a planta piloto	86
LXXXVIII.	Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a planta piloto	87
LXXXIX.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Escuintla	87
XC.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Escuintla.....	88
XCI.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Suchitepéquez	89
XCII.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Suchitepéquez	90

XCIII.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Santa Rosa	91
XCIV.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala laboratorio, del departamento de Santa Rosa	92
XCV.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Escuintla	93
XCVI.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Escuintla	94
XCVII.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Suchitepéquez	95
XCVIII.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Suchitepéquez	96
XCIX.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Santa Rosa	97
C.	Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (<i>Citrus sinensis</i>) a escala planta piloto, del departamento de Santa Rosa	98

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grado Celsius
g	Gramo
h	Hora
kg	Kilogramo
psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
m	Metro
mL	Mililitro
N	Newton
%	Porcentaje
s	Segundo

GLOSARIO

Aceite esencial	Se refiere a metabolitos secundarios de las plantas lipofílicas y altamente volátiles alcanzando una masa por debajo de su peso molecular.
Antioxidante	Es un conservante que evita la oxidación en grasas y algunos otros principios activos.
Floculación	Aglomeración de partículas en una solución coloidal, que posteriormente se irán depositando en el fondo.
Fotosensible	Ingrediente que se altera fácilmente por acción de la luz.
GC-MS	Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas.
Hidrolato	Subproducto del proceso de destilación, que consiste en la mezcla de agua y aceite.
Índice de refracción	Cociente entre la velocidad de la luz en el medio. Determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio.
Lipofílico	Sustancia que es soluble en grasas o aceites.

Metabolitos	Son aquellos compuestos orgánicos sintetizados por el organismo que no tiene un rol directo en el crecimiento de este.
Miscible	Propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una solución.
Terpeno	Hidrocarburo complejo, de la serie del isopreno, presentes en los aceites esenciales obtenidos de las plantas.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo extraer el aceite esencial de la cáscara y la hoja de la naranja dulce (*Citrus sinensis*) de tres departamentos diferentes: Escuintla, Suchitepéquez y Santa Rosa, utilizando el método de destilación por arrastre con vapor directo e hidrodestilación.

La extracción del aceite esencial se realizó a escala planta piloto, utilizando el método de destilación por arrastre con vapor directo, el cual consiste en colocar la materia prima con vapor saturado. Y para la escala laboratorio se utilizó el equipo Neoclevenger que utiliza un procedimiento análogo al de la planta piloto: la hidrodestilación. A diferencia del arrastre con vapor directo, en el laboratorio se coloca la materia prima en contacto íntimo con la materia prima. Para el primer método se utilizaron 8,5 kilogramos para cada extracción y para el laboratorio se utilizaron 25 gramos.

El aceite esencial fue caracterizado fisicoquímicamente para determinar el potencial de hidrógeno (pH), índice de refracción y densidad; además, el aceite extraído fue analizado por medio de una GC-MS para determinar sus componentes mayoritarios.

Con los datos obtenidos se determinó que el mayor rendimiento de aceite esencial de cáscara fue de la materia prima del departamento de Santa Rosa; mientras que el mayor rendimiento de aceite esencial de hojas fue la materia prima proveniente de Escuintla. Los componentes activos y la caracterización fisicoquímica estadísticamente muestran diferencias, para cada aceite esencial extraído.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento y caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de la cáscara y hoja de naranja (*Citrus sinensis*) proveniente de Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa a escala laboratorio y planta piloto.

Específicos

1. Evaluar el rendimiento del aceite esencial obtenido de naranja en función de la parte de la planta: cáscara y hojas.
2. Estimar el rendimiento del aceite esencial obtenido de naranja en función de 3 departamentos de Guatemala: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa, donde se cultiva la planta.
3. Calcular el rendimiento del aceite esencial obtenido de la naranja a escala laboratorio y a escala planta piloto.
4. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial extraído de la naranja en función de la parte del fruto: cáscara y hojas.
5. Determinar fisicoquímicamente el aceite esencial extraído de la naranja en función del departamento de procedencia.
6. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial extraído de la naranja en función de la escala a trabajar: laboratorio y escala piloto.

HIPÓTESIS

Es posible determinar la calidad y la composición del aceite esencial obtenida de hojas y cáscara de naranja proveniente de tres diferentes departamentos a dos tipos de escala.

Hipótesis nula

H01: no existe diferencia significativa en el rendimiento de aceite esencial obtenido de la naranja en función de la parte de la planta: cáscara y hojas.

H02: no existe diferencia significativa en el rendimiento del aceite esencial obtenido de la naranja en función del departamento de Guatemala donde se cultiva la planta.

H03: no existe diferencia significativa en el rendimiento del aceite esencial obtenido de la naranja a escala laboratorio y planta piloto.

H04: no existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función de la parte de la planta: cáscara y hojas.

H05: no existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función del departamento de procedencia.

H06: no existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función de la escala a trabajar.

Hipótesis alternativa

Hi1: existe diferencia significativa en el rendimiento de aceite esencial obtenido de la naranja en función de la parte de la planta: cáscara y hojas.

Hi2: existe diferencia significativa en el rendimiento del aceite esencial obtenido de la naranja en función del departamento de Guatemala donde se cultiva la planta.

Hi3: existe diferencia significativa en el rendimiento del aceite esencial obtenido de la naranja a escala laboratorio y planta piloto.

Hi4: existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función de la parte de la planta: cáscara y hojas.

Hi5: existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función del departamento de procedencia.

Hi6: existe diferencia significativa en la composición del aceite esencial en función de escala a trabajar.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo la caracterización fisicoquímica y la determinación del rendimiento del aceite esencial obtenido de las hojas y cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*) provenientes de los departamentos de Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa, para determinar la calidad del aceite extraído para tener alternativas para su aplicación.

La naranja dulce (*Citrus sinensis*) pertenece a la familia de las rutáceas, que contiene unas 145 especies de plantas que crecen en países de clima tropical; Brasil es el mayor productor a nivel mundial. En Guatemala, la naranja se cultiva de forma semicomercial en Baja Verapaz, Escuintla, Santa Rosa, Zacapa y Suchitepéquez.

Se conocen como aceites esenciales a los principales productos aromáticos que existen en diversas partes de las plantas. Debido a que se volatilizan por exposición al aire a temperatura ambiente se denominan aceites volátiles, aceites etéreos, aceites esenciales o esencias.

Los aceites esenciales son productos obtenidos de materias primas naturales por el método de destilación por arrastre con vapor de agua. En el caso de frutos cítricos cuyo aceite esencial se encuentra en la cáscara, se obtiene un mayor rendimiento con un proceso mecánico de expresión o extrusión, pero en este estudio la metodología a usar fue hidrodestilación a escala laboratorio y arrastre con vapor directo a escala laboratorio.

A menudo los aceites esenciales consisten en mezclas de productos químicos. En su mayoría están constituidos por terpenos, que son hidrocarburos

los cuales se oxidan naturalmente; por lo que muchas veces es necesario separarlos para obtener un producto de mayor valor que se conoce como aceite esencial destilado. Para determinar la calidad del aceite esencial, se analizó mediante una cromatografía gaseosa con acoplamiento de espectrometría de masas y se midió el índice de refracción.

1. ANTECEDENTES

Los cítricos en aceites esenciales han tomado gran auge debido a su amplia gama de aplicaciones que tienen; por lo mismo, estudios sobre los aceites esenciales de cítricos existen muchos, pero en este caso se enfocará, en la naranja dulce. Todo con el propósito de hacer énfasis y comprobar que los aceites esenciales de la naranja tienen diversos usos en la industria alimentaria, cosmética, fragancias, entre otros.

Un estudio realizado en la Facultad de Ciencias Farmacéuticas, en la Universidad de Cartagena, Colombia, por los investigadores Germán Eduardo Matiz Melo, María del Rosario Osorio Fortich y otros, demuestra la importancia del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) para fórmulas en gel que puede ayudar a personas con el problema del acné. Éste estudio hace mucho énfasis en la aplicación antiséptica y queratolínica, dado que en sus resultados se demostró que la mejoría en las personas que tenían esta enfermedad y fueron tratadas, mejoraron en un 75 %, con leves efectos secundarios transitorios.

En la Universidad Nacional de Mayor de San Marcos, Lima, Perú, los investigadores: José Ramón Juárez, Américo Jorge Castro, José Francisco Jauregui entre otros. Utilizaron el método de hidrodestilación (escala laboratorio) para identificar la composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de la naranja y la formulación de una forma farmacéutica. Los resultados obtenidos en este estudio dieron la orientación para diseñar formas farmacéuticas de uso local, formulándose: un gel con base de carbomer, una loción con base de etanol y alcohol isopropílico, así como un colutorio.

En la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería, el trabajo de graduación para el título de Licenciatura en Ingeniería Química de Joana Betzabé Estrada consta del estudio del extracto de aceite esencial de la cáscara de naranja para su posterior aplicación en la formulación de cosméticos. En este estudio se utilizó el método de destilación por arrastre con vapor a escala planta piloto y según sus resultados el jabón en gel, la mascarilla, la crema hidratante nocturna y el aceite para masajes cumplieron con los parámetros de comparación (RTCA). De igual forma, los cosméticos cumplieron satisfactoriamente con los límites microbianos establecidos con el mismo parámetro de comparación (RTCA).

El estudio realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala en la Facultad de Ingeniería, para el título de Licenciatura en Ingeniería Química de Esteffani Anna Marcela Lossi, determina el corte con el que se obtiene mayor rendimiento de aceite esencial de la naranja dulce. El corte con mayor rendimiento de aceite esencial se obtuvo del flavedo fresco rallado. También, hace énfasis en que si se deshidrata la cáscara el rendimiento tiende a disminuir.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites esenciales

Los aceites esenciales son sustancias que se encuentran en diferentes tejidos vegetales. Los antiguos alquimistas los llamaban alma de las plantas, pues contienen numerosos compuestos químicos naturales, procedentes de la planta de la que se extraen, que se pueden utilizar como remedio casero en numerosas situaciones. De hecho, la aromaterapia es una técnica muy antigua que utiliza los aceites esenciales con fines terapéuticos, tanto a nivel físico como emocional. También se pueden utilizar sus magníficas propiedades en el ámbito del hogar, cosmética, en el ámbito de la medicina e incluso en bebidas.

2.1.1. Propiedades de los aceites esenciales

Cada aceite esencial contiene las propiedades específicas de la planta de la que se obtiene, cuyos componentes químicos servirán para distintas finalidades. Por ejemplo, un aceite esencial puede ser sedante (jazmín), mientras que otro tiene capacidad para estimular el sistema nervioso (romero). Unos destacan por sus propiedades bactericidas (tomillo), mientras que otros tienen mayor capacidad analgésica (menta), entre otros.

2.1.2. Cómo se usan los aceites esenciales

Se pueden usar determinadas propiedades de los aceites esenciales simplemente inspirándolos; por ejemplo, para calmar el sistema nervioso, para despejar las vías respiratorias o para calmar las emociones.

En la medicina se utilizan para quitar el mal sabor de algunos medicamentos. En la industria alimentaria, también, formulan estos aceites para que el olor se mantenga.

2.1.3. Características y propiedades

Los aceites esenciales presentan diversas características y propiedades: líquidos a temperatura ambiente, son volátiles, cuando acaban de ser destilados son ligeramente amarillentos; la mayoría de aceites esenciales tienen una densidad inferior a la del agua; tienen un alto índice de refracción; son muy poco solubles en agua; son solubles en solventes polares y en aceites fijos o grasas. Los componentes de los aceites se clasifican en terpenoides y no terpenoides.

2.1.3.1. Terpenoides

Los terpenoides son a menudo llamados isoprenoides, provienen de la oxidación o reorganización del esqueleto hidrocarbonado de los terpenos, los productos que provienen del metabolismo del isopreno (precursor biológico) abarcan también, los carotenos, las vitaminas, los esteroides, entre otros. La biogénesis de los terpenoides se puede dividir en cuatro etapas generales:

- Etapa 1: Síntesis del isopentenilpirofosfato (IPP)
- Etapa 2: Isomerización del IPP a dimetilalipirofosfato (DMAPP)
- Etapa 3: Elaboración de moléculas de prenilpirofosfato
- Etapa 4: Modificaciones enzimáticas de los esqueletos

2.1.3.2. No terpenoides

En este grupo se encuentran sustancias aromáticas, alifáticas, sustancias con azufre y nitrogenadas.

2.2. Clasificación

Los aceites esenciales se clasifican según diferentes criterios: Consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios. De acuerdo con su consistencia, los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas.

2.2.1. Esencias fluidas

Las esencias fluidas, como su nombre lo indica, son líquidos a temperatura ambiente y volátiles.

2.2.2. Bálsamos

Los bálsamos son más espesos que las esencias fluidas, son poco volátiles y estos pueden sufrir reacciones de polimerización.

2.2.3. Oleorresinas

Estos compuestos son los más viscosos entre las tres clasificaciones, tienen aroma de las plantas en forma concentrada y son sustancias semisólidas.

2.3. Origen

Los aceites esenciales se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos.

2.3.1. Naturales

Se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores. Debido a que el rendimiento es muy bajo, económicamente son muy costosas.

2.3.2. Artificiales

Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia. Esto significa que hay mezclas entre componentes para dar un resultado igual de agradable. Por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalol.

2.3.3. Sintéticos

Como indica su nombre, son producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de veces producidos por procesos de síntesis química. Estos son más económicos, por ende, son más utilizados como aromatizantes y saborizantes. Un ejemplo claro de esto es el aroma y sabor del chicle.

2.4. Extracción del aceite

Existen diferentes métodos para extraer esta preciada sustancia que dependen, sobre todo, de la zona de la planta donde el aceite esencial se encuentre más concentrado.

2.4.1. Destilación por vapor directo

Es el método más común de extracción de los aceites esenciales. Se suele utilizar en partes como las hojas, el tallo, el tronco, entre otros. Para ello una planta piloto es la indicada para este proceso. Esta planta piloto debe constar de una fuente de calor que genere vapor, un recipiente en donde se aloje la materia prima, un recolector del aceite esencial y un refrigerante para condensar.

La materia vegetal se introduce en un recipiente o marmita, comúnmente llamado; cualquier parte de la planta que se quiera destilar puede alojarse en conjunto con agua. Al calentarse, el vapor proveniente de la fuente de calor, llamada caldera, arrastra las moléculas volátiles de la planta que van al condensador y luego a otro recipiente junto con el vapor condensado; hay que recalcar que los aceites esenciales son solubles en vapor, mas no en agua, es por eso que al enfriarse, la diferencia de densidad del agua con el aceite hace que la esencia quede depositada en la parte superior separada del agua. El recipiente en donde el aceite queda depositado con el agua condensada se llama vaso florentiNúm.

El cuidado principal al utilizar este tipo de extracción es estar pendiente del tamaño de la partícula de la materia vegetal de la cual se extraerá el aceite.

Esto porque si la partícula es muy pequeña puede que el vapor de caldera lo arrastre hasta el condensador, haciendo que ensucie o contamine el producto condensado.

2.4.2. Hidrodestilación

Es este proceso de separación del aceite esencial de una planta aromática mediante el uso de vapor saturado. En este método de extracción la materia prima está en contacto directo con el agua generadora del vapor que, posteriormente, se condensará.

Al ser soluble el aceite en el vapor, es arrastrado, corriente arriba hacia el tope del hidrodestilador. La mezcla, vapor y aceite fluyen hacia el condensador. En el condensador, la mezcla es enfriada y condensada, hasta la temperatura ambiente para posteriormente ser separada con ayuda de un decantador.

El equipo utilizado para esta extracción es llamado Neoclavenger, el cual está compuesto de un balón, donde está la materia prima con el agua demineralizada y, por supuesto, el equipo que arrastra el aceite y lo condensa.

2.4.3. Expresión

Este método se utiliza para extraer la esencia de los frutos cítricos, ya que sus aceites esenciales se encuentran en la piel exterior del fruto y para obtenerlos es necesario prensar su corteza.

2.4.4. Maceración

Esta técnica consiste en introducir la planta durante algún tiempo en otro líquido llamado solvente, hasta que este captura sus propiedades. Cuando la maceración se hace en aceites vegetales se llama oleato; cuando la maceración se hace en alcohol, se llama tintura.

2.4.5. Extracción con disolventes volátiles

Esta técnica se utiliza cuando se quiere extraer una parte muy delicada de la planta que no soportaría la destilación por vapor, como por ejemplo, los pétalos de flores como la rosa o el jazmín. Este proceso es mucho más complejo que los anteriores y se necesita una cantidad enorme de materia prima para la extracción. Por eso, los aceites esenciales obtenidos con este sistema tienen un precio muy elevado. Consiste en utilizar determinados disolventes para, al igual que en la maceración, conseguir que la esencia de la planta quede retenida en ellos. Posteriormente se elimina la humedad y se obtiene la esencia que en este caso se llama 'absoluto'.

2.4.6. Enfleurage

En este método, el material vegetal (en su mayoría flores) es puesto en contacto con un aceite vegetal. La esencia es solubilizada en el aceite vegetal que actúa como agente extractor. El producto final es una mezcla de aceite con el aceite vegetal, posteriormente se separa para obtener solo el aceite esencial concentrado. Este método es utilizado por el bajo rendimiento de la materia prima y la difícil separación del aceite extractor, la hace muy costosa.

2.4.7. Extracción con fluidos supercríticos

Este es el desarrollo más reciente. El material vegetal pretratado, ya sea con cortes pequeños, licuados o molidos, se pone en contacto con un fluido supercrítico en una cámara de acero inoxidable. El bióxido de carbono es un ejemplo de los líquidos a utilizar en este método de separación. Las esencias son solubilizadas con este fluido y arrastradas; luego el fluido extractor se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente, y posteriormente se obtiene la esencia pura. A pesar de su alto rendimiento, el equipo a utilizar es altamente costoso, porque debe soportar grandes presiones.

2.5. Análisis de los aceites esenciales

Para determinar la calidad del aceite esencial, es de suma importancia realizar un análisis, preferiblemente un análisis cromatográfico.

2.5.1. Tipos de cromatografía

Todas las cromatografías denominadas en columna se caracterizan por tener una fase estacionaria que se encuentra dentro de una columna de vidrio de 5 mm a 30 mm de diámetro por la que se hace pasar una fase móvil líquida o gaseosa que estará en permanente movimiento. Según la afinidad de las moléculas por la fase móvil o la estacionaria, éstas se separarán. Después de cada cromatografía se puede obtener diferente información tanto cualitativa, identificando los distintos compuestos, como cuantitativa, obteniendo la cantidad y composición de las sustancias separadas.

2.5.2. Cromatografía de intercambio iónico

Se basa en la afinidad de los iones en solución por los sitios de polaridad opuesta que se encuentran en la fase estacionaria.

2.5.3. Cromatografía de exclusión

Se basa en la habilidad de materiales de porosidad controlada para separar los componentes de una mezcla de acuerdo con el tamaño y la forma de las moléculas.

2.5.4. Cromatografía de afinidad

Se fundamenta en la especificidad de algunas macromoléculas biológicas. Estas se unen específicamente a la fase estacionaria; para separar dicha macromolécula, bastará con variar el pH una vez que la columna esté limpia y solo se encuentre de interés.

2.5.5. Cromatografía de adsorción

Se basa principalmente en las diferencias en la afinidad relativa de los compuestos por el sólido utilizado como fase estacionaria. Las separaciones obtenidas se determinan casi exclusivamente por interacciones polares; la fase estacionaria es más polar que la fase móvil.

2.5.6. Cromatografía de partición

La fase estacionaria es un líquido soportado en un sólido inerte. Otra vez, la fase móvil puede ser un líquido o un gas. La cromatografía en papel es un tipo

de cromatografía de partición en la cual la fase estacionaria es una capa de agua adsorbida en una hoja de papel. La cromatografía de gases (GC) y de alta resolución (HPLC) son técnicas de partición ampliamente empleadas.

2.5.7. Cromatografía de fase reversa

Las condiciones iniciales de unión de la fase móvil usadas en la cromatografía de fase reversa son acuosas, lo cual indica un grado alto de estructuras de agua organizadas alrededor de las moléculas de soluto y el ligando inmovilizado. A medida que el soluto se une al ligando hidrofóbico inmovilizado disminuye el área hidrofóbica expuesta hacia el disolvente. Así, el grado de organización de la estructura de agua disminuye con un favorable aumento de entropía en el sistema.

2.5.8. Cromatografía en capa fina (TLC)

Fue una de las primeras técnicas utilizadas para el análisis de aceites esenciales. Esta se basa en la preparación de una capa, uniforme, de un absorbente sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte.

La fase móvil es líquida y la estacionaria consiste en un sólido. La estacionaria será un componente polar y el eluyente será menos polar que la fase estacionaria. A mayor polaridad del disolvente, mayor grado de ascensión del soluto por la placa.

2.5.9. Cromatografía en fase gaseosa

La cromatografía en fase gaseosa es una técnica que permite la separación de sustancias volatilizables. La separación tiene como base la distribución

diferencial de las sustancias entre una fase estacionaria, sólida o líquida y una fase móvil que es gaseosa.

La muestra es introducida en una columna que contiene la fase estacionaria, a través del sistema de inyección. Las propiedades adecuadas posibilitan la volatilización de los componentes de la muestra. Un detector apropiado, a la salida de la columna permite la detección y la cuantificación de las sustancias.

La cromatografía en fase gaseosa es una técnica de análisis que ofrece resoluciones excelentes, con sensibilidad del orden de miligramos a picogramos.

2.5.10. Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas

El acoplamiento de un cromatógrafo de gases con un espectrómetro de masa es la técnica más utilizada y mejor establecida para el análisis de los aceites esenciales. Una mezcla de compuestos inyectada en el cromatógrafo de gases se separa en la columna cromatográfica, obteniendo la elución sucesiva de los componentes individuales aislados, que pasan inmediatamente al espectrómetro de masas.

Cada uno de estos componentes se registra en forma de pico cromatográfico y se identifica mediante su respectivo espectro de masas. En este proceso, el espectrómetro de masas también actúa como detector cromatográfico al registrar la corriente iónica total generada.

2.6. Uso de aceites esenciales

Los aceites esenciales tienen las propiedades específicas de las plantas de las que se obtienen, en líneas generales, todos ellos son: antibióticos, antiinflamatorios, antisépticos, regeneradores celulares, relajantes, entre otros.

2.6.1. Industria farmacéutica

Se utilizan en formulaciones para calmar el dolor de cabeza (abedul), la pérdida del cabello o caspa (esencia de árbol de té), incluso es añadida en pastas dentales para protección de los dientes (menta). Son muy utilizados para quitar sabores desagradables en medicamentos. También, son utilizados por su acción anestésica local. Para quitar alergias y resfriados (aceite de limón) y muchas aplicaciones más.

2.6.2. Industria alimentaria

Se utilizan para darle más sabor a ciertas comidas (condimentarlas). Se sintetizan aceites artificialmente para dar sabores a distintas comidas o golosinas. Son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas.

2.6.3. Casero

En muchos hogares los aceites esenciales son de suma importancia, porque pueden crear con un aceite muchas utilidades; por ejemplo: para ahuyentar ratones y arañas (aceite esencial de menta); para dar olor a zapatos, zapatillas y todo tipo de calzado; para evitar hongos en los pies (árbol de té); hacer un suavizante de ropa (lavanda); incluso para alejar las moscas (menta).

2.6.4. Desodorantes industriales

Se utilizan para quitar malos olores en las empresas o industrias. Muchas empresas utilizan aceites esenciales para disminuir los olores como el caucho o el plástico. Incluso utilizan aceites esenciales en el aire acondicionado para que ambiente más y se tenga un mejor aroma y ambiente de trabajo.

2.7. Materia prima

El origen de los cítricos se centra en las regiones subtropicales y tropicales de Asia donde, paulatinamente, se ha ido introduciendo en todas las regiones del mundo que presenten un clima cálido. Los principales países productores del mundo son: China, España, Sudáfrica, Australia y Estados Unidos (California, Texas y Florida).

Resulta muy difícil precisar cuántas especies originales hay dentro de este género porque en la mayoría de las ocasiones muchas de ellas son el resultado de numerosos cruces entre especies híbridas que se llevaron a cabo durante las primeras fases de cultivo en India y China. Muchos expertos consideran que existen solo cuatro especies originales (lima, pomelo, cidra y mandarina) y que el resto todas son híbridas. De todos los cítricos, el que produce el fruto más grande es la cimboa o papelmusa (*Citrus máxima*), un árbol poco conocido que crece en el sudeste asiático. El fruto de este árbol puede llegar a alcanzar los 30 cm de diámetro y llega a pesar 10 kilos.

De todos los cítricos, el pomelo es el más reciente ya que apareció hace solamente unos 200 años en la isla de Jamaica, probablemente como resultado de una mutación entre la papelmusa y el naranjo común o algún otro cítrico. El

sabor de las dos frutas es bastante parecido si bien la papelmusa es más dulce y menos ácida que el pomelo.

Las especies más cultivadas a nivel mundial son los naranjos, con una producción de casi 60 millones de toneladas, siendo Brasil el mayor productor del mundo.

2.7.1. El género citrus

Al género Citrus pertenecen las variedades comerciales más importantes. Su sistemática es muy compleja. Actualmente, no hay acuerdo unánime sobre la taxonomía de los cítricos, aunque son dos clasificaciones que más se utilizan, la de Swingle que considera 16 especies y la de Tanaka que contempla 162, pero no existen otras como la de Hogson que acepta 36. La clasificación de Swingle se aproxima más a la realidad, aunque a veces es insuficiente. La de Tanaka es en algún caso demasiado minucioso y detallista, pero resulta más práctica desde el punto de vista de la taxonomía, botánica y se utiliza con mayor frecuencia.

2.7.2. Taxonomía y morfología

- Nombre común: naranja
- Familia: rutácea
- Género: citrus
- Especia: Citrus sinensis
- Hojas: limbo grande, alas pequeñas y espinas no muy acusadas
- Flores: ligeramente aromáticas
- Fruto: consta de las siguientes partes:
 - Exocarpo o flavedo: Contiene el aceite esencial.
 - Mesocarpo o alvelo: Es pomposo y con sabor amargo.

- Endocarpo o pulpa: presenta en su gran parte jugo.

2.7.3. Propiedades fisicoquímicas

- Densidad a 25 °C: 0,842 g/ml.
- Rotación óptica a 20 °C: 0,94.
- Índice de refracción a 20 °C: 1,4720
- Solubilidad: Soluble en 7 – 10 partes de etanol del 90 al 95 %, en 1 parte de ácido acético.

2.7.4. Cultivo y cosecha

Es una especie subtropical, la temperatura es un gran factor al momento de cultivar la naranja dulce. Este fruto no tolera temperaturas inferiores a -3°C. No presenta reposo invernal, sino una parada del crecimiento. Esto provoca la inducción de ramas que florecen en primavera. Necesita temperaturas cálidas para la correcta cosecha de los frutos.

La distancia entre plantas está en función de las dimensiones de la maquinaria a utilizar y del tamaño de la copa adulta, que depende principalmente del clima, suelo y el patrón; por lo que, en la mayoría de los casos, habrá que comparar con situaciones ecológicas semejantes con el fin de tomarlas como referencia.

Se puede estimar como densidad media de plantación unos 400 árboles/ha. Demandan mucho abono (macro y micronutrientes), lo que supone gran parte de los costes, ya que frecuentemente sufre deficiencias, destacando la carencia de magnesio, que está muy relacionada con el exceso de potasio y calcio y que se soluciona con aplicaciones foliares. Otra carencia frecuente es la de zinc, que se

soluciona aplicando sulfato de zinc al 1 %. El déficit en hierro está ligado a los suelos calizos, con aplicación de quelatos que suponen una solución escasa y un coste considerable.

Para que el árbol adquiriera un adecuado desarrollo y nivel productivo con el riego por goteo es necesario que posea un mínimo volumen radicular o superficie mojada, que se estima en un 33 % del marco de plantación en el caso de cítricos con marcos de plantación muy amplios, como la mitad de la superficie sombreada por el árbol; aunque la dinámica de crecimiento radicular de los cítricos es inferior a la de otros cultivos, resulta frecuente encontrar problemas de adaptación como descensos de la producción, disminución del tamaño de los frutos, amarillamiento del follaje y pérdida de hojas. Para evitar estos problemas hay que incrementar el porcentaje de superficie mojada por los goteros a un 40 % de la superficie del marco ocupado por cada árbol, en marcos iguales o inferiores a 5 x 5.

Requiere de un medio ambiente húmedo tanto en el suelo como en la atmósfera. Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, y es muy sensible al viento. Los suelos deben tener una proporción equilibrada de elementos gruesos y finos, para garantizar una buena aireación y facilitar el paso de agua, además de proporcionar una estructura que mantenga un buen estado de humedad y una buena capacidad de cambio catiónico.

La única manera de saber realmente cuándo una naranja está lista para la cosecha es arrancar una rama, pelarla y probarla. Las naranjas se maduran lentamente, así que no hay necesidad de apresurarse para realizar la cosecha de una sola vez, a menos que haya una predicción de una helada severa.

Figura 1. **Naranja dulce (Citrus sinensis)**



Fuente: HERRERA, Cristóbal. *Naranja dulce*. p. 18.

Figura 2. **Árbol naranjo**



Fuente: HERRERA, Cristóbal. *Naranja dulce*. p. 29.

2.7.5. Comercialización

Se cultiva por sus frutos, de agradable sabor y con o sin semillas, que se consumen preferentemente en fresco, aunque también se comercializan como IV Gama y en forma de zumo (concentrado, fresco, pasteurizado entre otros), mermeladas o jaleas. La corteza tiene aplicaciones industriales y puede destinarse a la fabricación de piensos.

Tabla I. **Producción de naranjas año 2002**

Países	Producción naranjas año 2002 (toneladas)
Brasil	18 694 412,00
Estados Unidos	1 138 782,00
México	4 526 510
India	3 200 000
China	3 090 000
España	2 862 290
Italia	1 900 000
Egipto	1 696 290
Pakistán	1 328 000
Turquía	1 200 000
Argentina	861 000
Marruecos	708 000
Guatemala	295 836

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, *libro de producción 2002*. p.118

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

Las instalaciones donde se realizó la fase experimental del presente estudio, tomando en cuenta la extracción del aceite esencial y la caracterización fisicoquímica del mismo.

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), 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. Es un símbolo que puede ser reemplazado o que toma un valor numérico en una ecuación o expresión matemática en general.

3.2.1. Variables independientes

Variable que puede cambiar libremente su valor, sin que su valor se vea afectado por una o más variables.

Tabla II. **Variables independientes en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*)**

Núm.	Variable	Dimensiones	Descripción
1	Temperatura	°C	La temperatura a la cual se manejará el vapor en el laboratorio y planta piloto, se mantendrá constante.
2	Parte de la planta: Cáscara y hojas	kg	Las cantidades de cáscara y hojas serán constantes para planta piloto y laboratorio.
3	Procedencia	-	Los lugares de procedencia son: Escuintla, Santa Rosa y Suchitepéquez.
4	Escala	-	Se trabajará a escala planta piloto y escala laboratorio.

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Variables dependientes

Es aquella cuyo valor depende del valor numérico que adopta la variable independiente en la función.

Tabla III. **Variables dependientes en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*)**

Núm.	Variable	Dimensiones	Descripción
1	% rendimiento	%	Depende del lugar de procedencia y la técnica según la escala.
2	Densidad	g/mL	Densidad del aceite esencial se mantendrá constante.
3	Volumen de aceite extraído	mL	Depende del lugar de procedencia y la técnica según la escala.
4	Componentes activos	%	Depende del lugar de procedencia y la técnica, según la escala.

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Valores fijos

Son números de variables que permanecen constantes en el proceso de extracción del aceite esencial.

Tabla IV. **Valores fijos en el proceso de extracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*)**

Núm.	Variable	Dimensiones	Descripción
1	Tiempo	h	El tiempo de extracción fue constante.
2	Flujo de vapor	m ³ /s	El flujo de vapor producido por la caldera fue constante (planta piloto).
3	Presión de vapor	N/m ²	La presión de vapor para la planta piloto se mantuvo constante.

Fuente: elaboración propia.

3.2.4. Variables respuesta

Con base en los tratamientos realizados en la fase experimental, se determinó que la variable respuesta para el proceso de extracción fue el rendimiento extractivo, en función de su lugar procedencia y de la parte de la naranja (cáscara y hoja).

3.3. Delimitación del campo de estudio

La investigación es de carácter cuantitativo-experimental-comparativo. Se evaluó, a nivel laboratorio por el método de hidrodestilación y a escala planta piloto mediante la destilación de arrastre con vapor directo, el rendimiento extractivo del aceite esencial en función de la parte de la planta, hojas y la cáscara de naranja.

3.3.1. Obtención de la materia prima

Las cáscaras y hojas de naranja se recolectaron en tres diferentes departamentos de Guatemala de clima cálido, en las fincas de: El Edén (Santa Rosa), El Ídolo (Suchitepéquez), Triunfoza y Guanagazapa (Escuintla).

3.3.2. Análisis fisicoquímico del aceite esencial

Los análisis como la medición de densidad y el potencial de hidrógeno de los aceites esenciales obtenidos de la cáscara y hojas de naranja de los diferentes departamentos se realizaron en el Laboratorio de Investigaciones de Extractos Vegetales (LIEXVE), en la Sección de Química Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los análisis de los índices de refracción se realizaron en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales (LIPRONAT) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3.3. Análisis cuantitativo del aceite esencial

La cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas para los aceites esenciales obtenidos se realizó en el Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.

3.4. Recursos humanos

- Investigador: Br. César José Andrés Cetino Quiroz.
- Asesores: Inga. Telma Maricela Cano Morales e Ing. Mario José Mérida Meré.

3.5. Recursos materiales

Es la materia prima, los materiales auxiliares, los reactivos y los equipos utilizados en el desarrollo de la experimental.

- Materia prima
 - Hojas de naranja dulce (*Citrus sinensis*)
 - Cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*)

- Materiales auxiliares
 - Papel parafilm
 - Mangueras
 - Papel pH
 - Refrigerante
 - Embudos
 - Diesel
 - Impresora
 - Electricidad

- Cristalería
 - Beackers BOECO de 25 mL, 50 mL y 100 mL
 - Probeta EXAX de 500 mL
 - Probeta de 1000 mL
 - Viales color ámbar de 2 mL y 3 mL
 - Balones de fondo redondo BOECO de 1000 mL
 - Ampolla de decantación

- Reactivos
 - Agua desmineralizada
 - Hexano

- Equipo
 - Balanza analítica digital 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
 - Neo-clevenger
 - Refractómetro
 - Rotoevaporador
 - Plancha de calentamiento marca VWR

3.6. Técnicas cuantitativas de la investigación

En el presente estudio de investigación se utilizó una técnica cuantitativa para determinar las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial, como: el índice de refracción, la densidad, potencial de hidrógeno y la identificación de los componentes químicos mayoritarios.

A continuación, se detalla el procedimiento llevado a cabo en la fase experimental, en función de la técnica utilizada para cada análisis.

3.6.1. Extracción de aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) utilizando la técnica de hidrodestilación, a escala laboratorio

- Se lavaron las secciones del Neo-clevenger con etanol y agua.
- Se colocó 25 gramos de cáscara y hoja de naranja dulce (*Citrus Sinensis*) a extraer en un balón de fondo redondo de 1 000 mililitros.
- En cada extracción, se agregaron 375 mililitros de agua destilada, humedeciendo todo el material la relación materia prima/solvente es 1:15.
- Se acopló el balón que contiene el material vegetal con el Neoclevenger.
- Se recirculó el agua del condensador del Neoclevenger, manteniendo el agua con refrigerante a una temperatura de 10 grados Celsius.
- Se transfirió calor al balón de 1 000 mililitros con una manta de calentamiento, hasta que inició la ebullición.

- Iniciada la ebullición, se tomó el tiempo de destilación de 4 horas.
- Completado el tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento hasta que termine de obtenerse el condensado.
- Se midió el rendimiento volumétrico obtenido.
- Se estableció la masa de un vial color ámbar.
- Se transfirió el aceite al vial, teniendo cuidado de separar la fase oleoso 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.

3.6.2. Extracción de aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) utilizando la técnica de destilación por arrastre con vapor directo, a escala planta piloto

- Encender la caldera y esperar a que la presión de la caldera sea mayor o igual a 80 Psi.
- Verificar que las tuberías, marmita y vaso florentino se encuentren limpios, de lo contrario utilizar vapor para limpiarlos.
- Pesar la cantidad a utilizar de materia prima, 8.5 kilogramos para cáscara y 3 kilogramos para hoja y colocarla dentro de la marmita, siendo esta intercalada entre los platos.

- Abrir válvula de vapor y encender el sistema de enfriamiento con sistema de recirculación.
- Esperar la primera gota del condensado e iniciar a tomar el tiempo de extracción, que será de 4 horas.
- Cerrar válvulas.
- Descargar el aceite esencial junto con el hidrolato almacenado en el vaso florentiNúm.
- Apagar caldera.
- Colocar el aceite esencial e hidrolato en una ampolla de decantación y dejar reposar.
- Separar el hidrolato del aceite esencial por decantación.
- Se estableció la masa de un vial color ámbar.
- Se transfirió el aceite al vial, teniendo cuidado de separar la fase oleoso 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.

3.6.3. Cálculo de la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*)

- Limpiar con etanol el picnómetro.
- Tarar el picnómetro de 1 088 mililitros.
- Utilizar una micropipeta para verter la muestra del aceite esencial en el picnómetro.
- Pesarse el picnómetro con la muestra.
- Calcular densidad, a partir de la relación entre la masa del aceite esencial contenida en el picnómetro y el volumen de este.

3.6.4. Medición del índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*)

- Limpiar el lente del prisma con agua desmineralizada.
- Agregar dos o tres gotas de aceite esencial al prisma.
- Encender la lámpara, utilizando el interruptor en lado izquierdo y ajustar, para asegurar el brillo adecuado en la medición.
- Girar la perilla de compensación de color, hasta que aparezca una línea clara y definida en el campo de visión.

- Girar la perilla de medición, alineando la línea que delimita con las líneas de intersección.
- Mover hacia abajo la palanca de la parte inferior izquierda.
- Leer en la escala superior el índice de refracción.

3.6.5. Detección de componentes químicos a través de una cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas para el aceite esencial de hojas y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*)

- Inyectar dentro del cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas, 0,1 microlitros de aceite esencial, en 1 mililitro de etanol.
- Comparar el peso molecular de las especies que se encuentran en el aceite a partir de un patrón, por medio de iones.
- Asignar un área porcentual a cada pico del cromatograma, que representa un tiempo de retención.
- Identificar y nombrar cada componente del aceite esencial, según la librería contenida en el programa del cromatógrafo.

3.7. Análisis estadístico de los datos

En la presente investigación se analizó el efecto que tienen 3 factores respecto a una variable respuesta. Se determinó con un análisis de varianza si existe una relación significativa entre la parte a extraer (cáscara y hojas), el lugar

de procedencia y la escala. Se utilizó la herramienta de F de Fisher y F crítica, para aceptar o rechazar las hipótesis planteadas. De igual manera, se determinó la correlación lineal para determinar la dependencia entre los datos obtenidos en la experimentación.

3.7.1. Cálculo de varianza

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N}$$

(Ecuación Núm. 1)

Donde:

σ^2 = varianza

\bar{x} = promedio

\sum = sumatoria de las corridas

N = número de datos trabajados

3.7.2. Cálculo de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

(Ecuación Núm. 2)

Donde:

σ = desviación estándar

\bar{x} = promedio

\sum = sumatoria de las corridas

N = número de datos trabajados

3.7.3. Análisis de varianza

La comprobación de la hipótesis nula y alternativa se realiza mediante el análisis de varianza, el procedimiento de este método es el siguiente:

$$S_2^2 = \sum_i \sum_j \frac{(x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{h(n-1)}$$

(Ecuación Núm. 3)

Donde:

S_2^2 = media cuadrática dentro de la muestra

x_{ij} = repetición j de la muestra i

\bar{x}_i = media de la muestra i

n = número de repeticiones

h = número de muestras

$h(n-1)$ = grados de libertad

La variación entre muestras se define mediante la siguiente ecuación:

$$S_1^2 = \frac{n \sum_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{h-1}$$

(Ecuación Núm. 4)

Donde:

S_1^2 = media cuadrática entre muestras

n = número de repeticiones

\bar{x}_i = media de la muestra i

\bar{x} = media global

h = numero de muestras

$(h - 1)$ = grados de libertad

Si la hipótesis nula es correcta la variación entre S_1^2 y S_2^2 no debe ser significativa. Esto se comprueba mediante una Prueba F de una cola.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

(Ecuación Núm. 5)

Donde:

S_2^2 = media cuadrática dentro de la muestra

S_1^2 = media cuadrática entre muestras

Si la F supera a la F crítica esto indica que si hay diferencia significativa entre los resultados.

3.7.4. Coeficiente de variación de Pearson

Indica la relación que existe entre la desviación de una muestra y su media. Esto permite determinar si el experimentador fue o no preciso.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

(Ecuación Núm. 6)

Donde:

CV = coeficiente de variación

σ = desviación estándar

\bar{x} = media

3.8. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En el presente estudio de investigación, se tabularon, ordenaron y procesaron los datos según el rendimiento extractivo de aceite esencial obtenido de las hojas y cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) de Escuintla, Santa Rosa y Suchitepéquez, su respectiva cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas y medición de índice de refracción; obteniendo las siguientes tablas:

Tabla V. **Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Rendimiento (%)	Media (%)	Desviación estándar
Suchitepéquez	0,0203	0,0212	2,381E-03
	0,0194		
	0,0239		
Escuintla	0,412	0,4243	1,097E-02
	0,428		
	0,433		
Santa Rosa	3,332	3,2557	6,840E-02
	3,200		
	3,235		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Rendimiento (%)	Media (%)	Desviación estandar
Suchitepéquez	0,125	0,1333	7,371E-03
	0,136		
	0,139		
Escuintla	0,432	0,4283	1,779E-02
	0,409		
	0,444		
Santa Rosa	0,342	0,2900	4,574E-02
	0,256		
	0,272		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Rendimiento (%)	Media (%)	Desviación estándar
Suchitepéquez	0,01710	0,0114	4,958E-03
	0,00840		
	0,00863		
Escuintla	0,00858	0,0103	2,505E-03
	0,01320		
	0,00921		

Continuación de la tabla VII.

Santa Rosa	0,1009	0,0989	2,227E-03
	0,0965		
	0,0993		

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Rendimiento extractivo del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Rendimiento (%)	Media (%)	Desviación estándar
Suchitepéquez	0,0160	0,0200	4,000E-03
	0,0240		
	0,0199		
Escuintla	0,0440	0,0550	1,033E-02
	0,0645		
	0,0566		
Santa Rosa	0,0287	0,0344	5,217E-03
	0,0389		
	0,0357		

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Densidad del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	Desviación
Suchitepéquez	0,8330	0,8367	0,003559
	0,8370		
	0,8401		
Escuintla	0,8420	0,8452	0,00320
	0,8484		
	0,8451		
Santa Rosa	0,8409	0,8449	0,004050
	0,8449		
	0,8490		

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Densidad del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	Desviación
Suchitepéquez	0,7550	0,7583	0,003081
	0,7611		
	0,7588		
Escuintla	0,7655	0,7668	0,00125
	0,7680		
	0,7669		

Continuación de la tabla X.

Santa Rosa	0,7640	0,7677	0,003232
	0,7701		
	0,7689		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Densidad del aceite esencial obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a planta piloto**

Procedencia	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	Desviación
Suchitepéquez	0,8522	0,8507	0,001609
	0,8490		
	0,8509		
Escuintla	0,8444	0,8417	0,00236
	0,8399		
	0,8409		
Santa Rosa	0,8408	0,8460	0,004735
	0,8470		
	0,8501		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Densidad del aceite esencial obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a planta piloto**

Procedencia	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	Desviación
Suchitepéquez	0,7220	0,7370	0,016703
	0,7550		
	0,7340		
Escuintla	0,7340	0,7640	0,02646
	0,7740		
	0,7840		
Santa Rosa	0,7480	0,7620	0,014526
	0,7610		
	0,7770		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Índice refracción (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar
Santa Rosa	1,5068	1,5102	5,8312E-03
	1,5169		
	1,5068		

Continuación de la tabla XIII.

Suchitepéquez	1,5170	1,5170	5,7734E-05
	1,5169		
	1,5169		
Escuintla	1,4860	1,4863	2,3065E-04
	1,4864		
	1,4865		

Fuente: elaboración propia

Tabla XIV. **Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Índice refracción (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar
Santa Rosa	1,5053	1,5122	5,9760E-03
	1,5156		
	1,5157		
Suchitepéquez	1,5051	1,5023	5,6142E-03
	1,5060		
	1,4958		
Escuintla	1,4959	1,5061	1,025E-02
	1,5164		
	1,5060		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Índice refracción (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar
Santa Rosa	1,5064	1,5133	5,9932E-03
	1,5165		
	1,5170		
Suchitepéquez	1,5165	1,5165	5,7735E-05
	1,5166		
	1,5165		
Escuintla	1,5170	1,5170	5,7735E-05
	1,5169		
	1,5169		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Indice refracción (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar
Santa Rosa	1,5187	1,5178	8,3050E-04
	1,5178		
	1,5170		

Continuación de la tabla XVI.

Suchitepéquez	1,5167	1,5166	1,0000E-04
	1,5165		
	1,5166		
Escuintla	1,5160	1,5161	3,9106E-04
	1,5165		
	1,5157		

Fuente: elaboración propia

Tabla XVII. **pH del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Potencial de hidrógeno (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar	Temperatura (°C)
Santa Rosa	4	3,6667	0,5773	25
	3			
	4			
Suchitepéquez	3	3,3333	0,5773	
	3			
	4			
Escuintla	4	4,0000	1,0000	
	3			
	5			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **pH del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Potencial de hidrógeno (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar	Temperatura (°C)
Suchitepéquez	5	4,6667	0,5773	25
	5			
	4			
Escuintla	4	4,3333	0,5773	
	4			
	5			
Santa Rosa	5	4,6667	0,5773	
	4			
	5			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **pH del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Potencial de hidrógeno (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación Estándar	Temperatura (°C)
Santa Rosa	4	4	0,0000	25
	4			
	4			

Continuación de la tabla XIX.

Suchitepéquez	3	3,6667	0,5773	25
	4			
	4			
Escuintla	3	3,3333	0,5773	
	3			
	4			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **pH del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Potencial de hidrógeno (adimensional)	Media (adimensional)	Desviación estándar	Temperatura (°C)
Santa Rosa	5	5,3333	0,5773	25
	6			
	5			
Suchitepéquez	6	5,6667	0,5773	
	6			
	5			
Escuintla	5	5,3333	0,5773	
	5			
	6			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	15	1,877	9,578	n - decano	Decano	124-18-5
2	22	2,014	12,637	undecano	Undecano	1120-21-4
3	29	2,389	14,494	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
4	64	1,241	29,958	3,7-dimetil-1,6- Octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
5	79	0,581	52,1	4 - alil - 2 - metoxifenol	Eugenol	97-53-0
6	33	63,707	63,707	1-metil-4-(1-metiletetil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
7	90	0,392	78,785	Ácido n - hexadecanoico	Ácido palmítico	57-10-3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	29	9,01	16,267	1 - metil - 4 - (1 - metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	33	3,687	17,981	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	52	4,757	30,02	3,7-dimetil-1,6-octadieno- 3-ol	Linalool	78-70-6

Continuación de la tabla XXII.

4	53	1,580	30,553	3,7-dimetil - 2 - aminobenzoato -1,6- Octadieno - 3 - ol	Antranilato de linalool	7149-26-0
5	57	3,326	33,186	4,11,11 - trimetil - 8 - metileno - biciclo[7.2.0]undec - 4 - eno	Cariofileno	87-44-5
6	69	2,186	37,590	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5
7	96	2,100	52,392	3 - metil - 4 - isopropilfenol	Biosol	3228-002-02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	13	1,791	9,574	n - decano	Decano	124-18-5
2	21	1,92	12,616	undecano	Undecano	1120-21-4
3	27	2,314	14,492	7 - metil - 3 - metileno - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
4	31	64,028	16,436	1-metil-4-(1- metileno)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
5	60	1,177	29,957	3,7-dimetil-1,6- octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6

Continuación de la tabla XXIII.

6	75	0,547	52,1	3 - alil - 6 - metoxifenol	Eugenol	97-53-0
7	85	0,421	78,79	Ácido n - hexadecanoico	Ácido palmítico	57-10-3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	27	11,264	16,236	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	31	6,387	17,993	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	47	2,299	29,995	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	50	4,654	32,475	1 - etilen - 1 - metil - 2,4 - bis - (1 - metiletenil) - ciclohexano	β - Elemeno	515-13-9
5	58	6,152	36,391	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil) - ciclohexano	Terpinoleno	586-62-9
6	80	2,878	52,387	3 - metil - 4 - isopropilfenol	Biosol	3228-002-02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	4	0,457	10,29	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α - Pineno	7785-26-4
2	8	2,71	14,497	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
3	9	76,317	16,458	1-metil-4-(1-metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
4	18	0,123	29,959	3,7-dimetil-1,6-Octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
5	26	0,594	37,479	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	25	4,124	16,251	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	29	18,005	18,008	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	52	2,561	30,033	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	54	5,624	32,211	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletil) - benzeno	Timol Metil Eter	1076-56-8
5	66	5,359	36,539	1 - metil - 4 - (1 - metililedeno) - ciclohexano	Terpinoleno	586-62-9
6	100	2,154	52,412	3 - metil - 4 - isopropilfenol	Biosol	3228-002-02
7	133	11,924	67,18	3,7,11,15-Tetramethyl-2-hexadecen-1-ol	Fitol	150-86-7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	11	1,69	9,573	Decano	Decano	124-18-5
2	21	2,58	13,226	3-Metileno-6-(1-metiletil)ciclohexeno	β- Felandreno	555-10-2
3	28	53,234	16,38	1-metil-4-(1-metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
4	33	0,948	17,96	3,7 - dimetil - 1,3,6 - octatrieno	Ocimeno	3338-55-4
5	50	4,061	29,968	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
6	55	0,878	35,623	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5
7	57	1,461	37,49	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5
8	85	2,137	78,82	Ácido n - hexadecanoico	Ácido palmítico	57-10-3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	16	11,855	16,162	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27- 5
2	19	4,365	17,933	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	26	5,041	29,972	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	31	3,292	33,006	4,11,11 - trimetil - 8 - metileno - biciclo[7.2.0]undec - 4 - eno	Cariofileno	87-44-5
5	36	20,005	36,44	1 - metil - 7 - (4 - metiletil) - 1,3 - ciclohexadieno	α - Terpineno	99-86-5
6	38	2,221	37,513	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40- 5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	3	0,534	10,278	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α - Pineno	7785-26-4
2	8	2,33	14,489	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
3	9	58,767	16,403	1-metil-4-(1-metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
4	12	0,67	17,953	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]Hept - 2 - eno	1R - α - pineno	7785-70-8
5	17	3,593	29,964	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
6	19	3,703	31,937	1,7,7 - trimetil - acetato - biciclo[2.2.1]heptan - 2 - ol	Minthostachys tomentosa	5655-61-8
7	21	4,014	32,961	4,11,11 - trimetil - 8 - metileno - biciclo[7.2.0]undec - 4 - eno	Cariofileno	87-44-5
8	28	1,729	36,291	α - 3 - ciclohexeno - 1 - metanol	Alfa terpenil acetato	80-26-2
9	58	2,46	78,806	Ácido n - hexadecanoico	Ácido palmítico	57-10-3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	20	11,872	16,169	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	23	6,477	17,95	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	31	4,974	29,97	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	33	9,644	32,087	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletil) - benzeno	Timol metil eter	1076-56-8
5	34	3,659	32,414	1 - etilen -1 - metil - 2,4 - bis - (1 - metiletenil) - ciclohexano	β - Elemeno	515-13-9
6	40	6,074	36,340	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	7	2,925	14,495	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
2	8	82,403	16,473	1-metil-4-(1-metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
3	9	0,411	16,707	3-Metileno-6-(1-metiletetil)ciclohexeno	β - Felandreno	555-10-2
4	10	0,719	17,981	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α - pineno	7785-26-4
5	18	3,626	29,966	3,7-dimetil-1,6-Octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
6	31	1,000	37,486	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Composición química del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	20	12,274	16,178	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	23	6,797	17,957	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	32	5,352	29,979	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	34	10,368	32,094	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletil) - benzeno	Timol metil eter	1076-56-8
5	41	6,641	36,35	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
6	57	2,856	52,387	3 - metil - 4 - isopropilfenol	Biosol	3228-002-02

Fuente: elaboración propia.

3.9. Análisis estadístico

Tabla XXXIII. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cáscara	9	11,1746	1,2416	2,3863
Hojas	9	2,555	0,2838	0,01695

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,1276	1	4,1276	3,4349	0,08236	4,4939
Dentro de los grupos	19,2262	16	1,2016			
Total	23,3539	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cáscara	9	0,3618	0,04020	1,947E-03
Hojas	9	0,3283	0,03648	2,704E-04

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6,23472E-05	1	6,2347E-05	0,05622	0,8155	4,4939
Dentro de los grupos	0,017741566	16	1,1088E-03			
Total	0,017803913	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	3	0,4	0,1333	5,4333E-05
Escuintla	3	1,285	0,4283	3,1633E-04
Santa Rosa	3	0,87	0,2900	2,0920E-03

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,1307	2	0,06535	79,6129	4,7888E-05	5,1432
Dentro de los grupos	0,004925	6	8,2088E-04			
Total	0,1356	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	3	0,0636	0,02120	5,6700E-06
Escuintla	3	1,273	0,4243	1,2033E-04
Santa Rosa	3	9,838	3,2793	8,071E-02

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	18,9289	2	9,4644	351,225	6,0749E-07	5,1432
Dentro de los grupos	0,1616	6	0,02694			
Total	19,0906	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	3	0,0599	0,01996	1,6003E-05
Escuintla	3	0,16512	0,05504	1,0668E-04
Santa Rosa	3	0,1033	0,03443	2,7213E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,864E-03	2	9,320E-04	18,6530	2,6595E-03	5,1432
Dentro de los grupos	2,9977E-04	6	4,9966E-05			
Total	2,1630E-03	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	3	0,03413	0,01133	2,4580E-05
Escuintla	3	0,03099	0,01033	6,2769E-06
Santa Rosa	3	0,2967	0,0989	4,9625E-06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,01550	2	7,7530E-03	649,3778	9,7244E-08	5,1432
Dentro de los grupos	7,163E-05	6	1,1939E-05			
Total	0,01557	8				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Laboratorio	9	2,555	0,2839	1,6956E-02
Planta Piloto	9	0,3283	0,03648	2,7048E-04

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,2754	1	0,2754	31,9838	3,580E-05	4,4939
Dentro de los grupos	0,1377	16	8,612E-03			
Total	0,4132	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. Experimento de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Laboratorio	9	11,1746	1,2416	2,3863
Planta Piloto	9	0,3618	0,04020	0,001947

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. Análisis de varianza de un factor, para el rendimiento extractivo del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6,4953	1	6,4953	5,4393	0,03307	4,4939
Dentro de los grupos	19,1062	16	1,1941			
Total	25,6015	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Laboratorio	18	14,3626	0,8448	2,090E-05
Planta Piloto	18	12,9123	0,7595	2,282E-04

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,06186	1	0,06186	421,2199	5,5253E-20	4,1490
Dentro de los grupos	0,004699	32	1,688E-04			
Total	0,06656	33				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	5,0622	0,8437	6,4904E-05
Escuintla	6	5,0607	0,8434	9,867E-06
Santa Rosa	6	5,0727	0,8454	1,5851E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,425E-05	2	7,125E-06	0,2358	0,7927	3,6823
Dentro de los grupos	4,5311E-04	15	3,020E-05			
Total	4,6736E-04	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	4,4859	0,74765	2,515E-04
Escuintla	6	4,5924	0,7654	2,829E-04
Santa Rosa	6	4,589	0,7648	9,821E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Análisis de varianza de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según el lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,001221	2	6,1065E-04	2,8954	0,08642	3,6823
Dentro de los grupos	0,003163	15	2,1088E-04			
Total	0,004384	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Planta Piloto	18	14,4042	0,8002	2,4613E-03
Laboratorio	18	14,4587	0,8032	1,6357E-03

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. Experimento de un factor, para la densidad del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8,250E-05	1	8,2506E-05	0,04027	0,8421	4,1300
Dentro de los grupos	0,06965	34	2,0485E-03			
Total	0,06973	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según parte de la planta: cáscara y hojas

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cáscara	18	27,1805	1,5100	1,3399E-04
Hoja	18	27,2136	1,5118	5,5439E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según parte de la planta: cáscara y hojas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,0396E-05	1	3,039E-05	0,3209	0,5747	4,1300
Dentro de los grupos	3,2203E-03	34	9,471E-05			
Total	3,2507E-03	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	9,1004	1,5167	6,0746E-08
Escuintla	6	9,0097	1,5016	2,8228E-04
Santa Rosa	6	9,0704	1,5117	3,0864E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,1185E-04	2	3,559E-03	3,4092	0,06018	3,6823
Dentro de los grupos	1,5660E-03	15	1,044E-04			
Total	2,2778E-03	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	9,05676	1,5094	7,3445E-05
Escuintla	6	9,06676	1,5111	7,1452E-05
Santa Rosa	6	9,0901	1,5150	2,4080E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9,7572E-05	2	4,8786E-05	0,8661	0,4405	3,6823
Dentro de los grupos	8,4489E-04	15	5,632E-05			
Total	9,4246E-04	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. Experimento de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Planta Piloto	18	27,2917	1,5162	6,4342E-06
Laboratorio	18	27,1024	1,5056	1,2622E-04

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. Análisis de varianza de un factor, para el índice de refracción del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9,9561E-04	1	9,9561E-04	15,0106	4,6349E-04	4,1300
Dentro de los grupos	2,2551E-03	34	6,632E-05			
Total	3,2507E-03	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Cáscara	18	66	3,6666	0,3529
Hoja	18	90	5	0,4705

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la parte de la planta: cáscara y hojas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	16	1	16	38,857	4,2915E-07	4,1300
Dentro de los grupos	14	34	0,4117			
Total	30	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	21	3,5	0,3
Escuintla	6	22	3,6666	0,6666
Santa Rosa	6	23	3,8333	0,1666

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,3333	2	0,16666	0,4411	0,6513	3,6823
Dentro de los grupos	5,6666	15	0,3777			
Total	6	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. **Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Suchitepéquez	6	31	5,1666	0,5667
Escuintla	6	29	4,8333	0,5666
Santa Rosa	6	30	5	0,4

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según lugar de procedencia: Suchitepéquez, Santa Rosa y Escuintla**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,3333	2	0,1666	0,3260	0,7267	3,6823
Dentro de los grupos	7,6666	15	0,5111			
Total	8	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Experimento de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Planta Piloto	18	82	4,5555	1,0849
Laboratorio	18	74	4,1111	0,5751

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **Análisis de varianza de un factor, para el potencial de hidrógeno del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis*) según la escala: laboratorio y planta piloto**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,7778	1	1,7778	2,1417	0,1525	4,1300
Dentro de los grupos	28,2222	34	0,8300			
Total	30	35				

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

4.1. Extracción del aceite esencial de cáscara y hoja de naranja, utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio y destilación por arrastre con vapor directo, a escala planta piloto

A continuación, se muestra el rendimiento, la densidad, el índice de refracción, el potencial de hidrógeno y los componentes activos del aceite esencial tanto de hojas como de cáscara de naranja de los distintos departamentos de donde se obtuvo la materia prima: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa.

Tabla LXXIII. Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio

Procedencia	Rendimiento (%)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,1333	0,007371
Escuintla	0,4283	0,01779
Santa Rosa	0,2900	0,04574

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio

Procedencia	Rendimiento (%)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,0212	0,0023
Escuintla	0,4243	0,0109
Santa rosa	3,2557	0,0683

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto

Procedencia	Rendimiento (%)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,0200	0,004000
Escuintla	0,0550	0,01033
Santa rosa	0,0344	0,00522

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVI. Rendimiento extractivo del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto

Procedencia	Rendimiento (%)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,0114	0,00498
Escuintla	0,0103	0,00251
Santa rosa	0,0989	0,00223

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. Densidad del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio

Procedencia	Densidad (g/mL)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,7583	0,003081
Escuintla	0,7668	0,00125
Santa rosa	0,7677	0,00323

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Densidad del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Densidad (g/mL)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,8367	0,003559
Escuintla	0,8452	0,00320
Santa rosa	0,8449	0,00405

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Densidad del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Densidad (g/mL)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,7370	0,016703
Escuintla	0,7540	0,02646
Santa rosa	0,7820	0,01453

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **Densidad del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Densidad (g/mL)	$\pm \sigma$
Suchitepéquez	0,8507	0,001609
Escuintla	0,8417	0,00236
Santa Rosa	0,8460	0,00474

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$	Temperatura (°C)
Santa Rosa	4,6667	0,5774	25
Suchitepéquez	4,6667	0,5774	
Escuintla	4,3333	0,5774	

Fuente: datos experimentales, LIEXVE, CII/USAC

Tabla LXXXII. **Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$	Temperatura (°C)
Santa Rosa	3,6667	0,5774	25
Suchitepéquez	3,3333	0,5774	
Escuintla	4,0000	1	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIII. **Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$	Temperatura (°C)
Santa Rosa	5,3333	0,5774	25
Suchitepéquez	5,6667	0,5774	
Escuintla	5,3333	0,5774	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIV. **Potencial de hidrógeno del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto**

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$	Temperatura (°C)
Santa Rosa	4	0,0000	25
Suchitepéquez	3,6667	0,5774	
Escuintla	3,3333	0,5774	

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXV. **Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio**

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$
Santa Rosa	1,5122	0,005976
Suchitepéquez	1,5023	0,005614
Escuintla	1,5062	0,010250

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVI. Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$
Santa Rosa	1,5102	0,005831
Suchitepéquez	1,5170	0,000058
Escuintla	1,4863	0,000231

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVII. Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a planta piloto

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$
Santa Rosa	1,5178	0,0008305
Suchitepéquez	1,5166	0,0001000
Escuintla	1,5161	0,0003911

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVIII. Índice de refracción del aceite esencial, obtenido de la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a planta piloto

Procedencia	Media (adimensional)	$\pm \sigma$
Santa Rosa	1,5133	0,005993
Suchitepéquez	1,5165	0,00005774
Escuintla	1,5170	0,00005774

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Escuintla

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	29	9,01	16,267	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	33	3,687	17,981	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	52	4,757	30,02	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6

Continuación de la tabla LXXXIX.

4	53	1,580	30,553	3,7-dimetil - 2 - aminobenzoato -1,6- octadieno - 3 - ol	Antranilato de linalool	7149-26-0
5	57	3,326	33,186	4,11,11 - trimetil - 8 - metileno - biciclo[7.2.0]undec - 4 - eno	Cariofileno	87-44-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	15	1,877	9,578	n - decano	Decano	124-18-5
2	22	2,014	12,637	undecano	Undecano	1120-21-4
3	29	2,389	14,494	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
4	64	1,241	29,958	3,7-dimetil-1,6- octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
5	79	0,581	52,1	4 - alil - 2 - metoxifenol	Eugenol	97-53-0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCI. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	27	11,264	16,236	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	31	6,387	17,993	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	47	2,299	29,995	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	50	4,654	32,475	1 - etilen -1 - metil - 2,4 - bis - (1 - metiletenil) - ciclohexano	β - Elemeno	515-13-9
5	58	6,152	36,391	1 - metil - 4 - (1 - metiletilenedeno) - ciclohexano	Terpinoleno	586-62-9

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCII. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	13	1,791	9,574	Decano	Decano	124-18-5
2	21	1,92	12,616	Undecano	Undecano	1120-21-4
3	27	2,314	14,492	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β- Mirceno	123-35-3
4	31	64,028	16,436	1-metil-4-(1- metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
5	60	1,177	29,957	3,7-dimetil-1,6- octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIII. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	25	4,124	16,251	1 - metil - 4 - (1 - metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	29	18,005	18,008	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	52	2,561	30,033	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	54	5,624	32,211	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletetil) - benzeno	Timol metil eter	1076-56-8
5	66	5,359	36,539	1 - metil - 4 - (1 - metiletiledeno) - ciclohexano	Terpinoleno	586-62-9

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIV. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala laboratorio, del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	4	0,457	10,29	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α -pineno	7785-26-4
2	8	2,71	14,497	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
3	9	76,317	16,458	1-metil-4-(1-metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
4	18	0,123	29,959	3,7-dimetil-1,6-Octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
5	26	0,594	37,479	3,7 - dimetil - 2,6 - octadinal	Geranial	5392-40-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCV. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	16	11,855	16,162	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	19	4,365	17,933	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	26	5,041	29,972	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	31	3,292	33,006	4,11,11 - trimetil - 8 - metileno - biciclo[7.2.0]undec - 4 - eno	Cariofileno	87-44-5
5	36	20,005	36,44	1 - metil - 7 - (4 - metiletil) - 1,3 - ciclohexadieno	α - Terpineno	99-86-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVI. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Escuintla**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	11	1,69	9,573	Decano	Decano	124-18-5
2	21	2,58	13,226	3-Metileno-6-(1-metiletil)ciclohexeno	β - Felandreno	555-10-2
3	24	2,059	14,493	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
4	28	53,234	16,38	1-metil-4-(1-metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
5	33	0,948	17,96	3,7 - dimetil - 1,3,6 - octatrieno	Ocimeno	3338-55-4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVII. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Suchitepéquez**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	20	11,872	16,169	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)- ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	23	6,477	17,95	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	31	4,974	29,97	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	33	9,644	32,087	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletil) - benzeno	Timol metil eter	1076-56-8
5	34	3,659	32,414	1 - etilen -1 - metil - 2,4 - bis - (1 - metiletenil) - ciclohexano	β - Elemeno	515-13-9

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVIII. Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Suchitepéquez

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	3	0,534	10,278	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α - pineno	7785-26-4
2	8	2,33	14,489	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
3	9	58,767	16,403	1-metil-4-(1-metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
4	12	0,67	17,953	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]hept - 2 - eno	1R - α - pineno	7785-70-8
5	17	3,593	29,964	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIX. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de hoja de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	20	12,274	16,178	1 - metil - 4 - (1 - metiletenil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
2	23	6,797	17,957	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7
3	32	5,352	29,979	3,7-dimetil-1,6-octadieno-3-ol	Linalool	78-70-6
4	34	10,368	32,094	2 - metoxi - 4 - metil - 1 - (1 - metiletil) - benceno	Timol metil eter	1076-56-8
5	41	6,641	36,35	3,7,7 - trimetil biciclo[4.1.0]hepta - 3 - eno	Carene	498-15-7

Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **Componentes químicos mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a escala planta piloto, del departamento de Santa Rosa**

Núm.	Pk	% Área	Tiempo	Componente	Nombre común	CAS
1	7	2,925	14,495	7 - metil - 3 - metilen - 1,6 - octadieno	β - Mirceno	123-35-3
2	8	82,403	16,473	1-metil-4-(1-metiletetil)-ciclohexano	D - Limoneno	5989-27-5
3	9	0,411	16,707	3-Metileno-6-(1-metiletetil)ciclohexeno	β - Felandreno	555-10-2
4	10	0,719	17,981	(1s) - 2,6,6-trimetil,biciclo [3.1.1]heptan - 2 - eno	1S - α - pineno	7785-26-4
5	18	3,626	29,966	3,7-dimetil-1,6-otadieno-3-ol	Linalool	78-70-6

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo la extracción y caracterización del aceite esencial de la cáscara y hoja de la naranja dulce (*Citrus sinensis*) proveniente de tres departamentos: Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa, a escala laboratorio y planta piloto. La materia utilizada se recolectó de distintas fincas en los departamentos mencionados y la naranja utilizada fue de variedad Valencia, Tangelo y Washington.

Las extracciones del aceite esencial se llevaron a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE), Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC; la materia prima se colocó en el equipo Neoclevenger (escala laboratorio) y se utilizó el método de hidrodestilación; se hizo una digestión con un agente lixivante, en este caso con agua desmineralizada; se elevó la temperatura hasta ebullición para que las partículas volátiles del material quedaran en el vapor generado, para así poder condensarse en el cuello de ganso del equipo y obtener las dos fases requeridas: agua y aceite. Debido al bajo rendimiento del aceite esencial a escala laboratorio se utilizó una trampa de hexano que posteriormente se separó por decantación. Las extracciones fueron de 4 horas y se utilizaron 25 gramos tanto de cáscara como de hoja.

Para la extracción del aceite esencial a escala planta piloto, se utilizó vapor saturado, generado por una caldera. El proceso utilizado es análogo al equipo de laboratorio Neoclevenger, con diferencia de que en planta piloto se utilizó un condensador con flujo contracorriente para que en el vaso florentino se obtuviera la mezcla final de: hidrolato y aceite esencial, que posteriormente fue separada

por decantación, y luego concentrado con el equipo de rotoevaporación. El tiempo de extracción fue de 4 horas, utilizando 8,5 kilogramos para la cáscara y 2,88 kilogramos para hojas.

En las tablas de la LXXIII hasta la LXXVI se observa la media de los rendimientos de aceite esencial de hojas y cáscaras a escala laboratorio y planta piloto con sus respectivas desviaciones estándar, las cuales indican la variabilidad que existe en las réplicas del experimento. Las tablas LXXIII y LXXV muestran los rendimientos obtenidos de la extracción de hojas a escala laboratorio y planta piloto, respectivamente. Los rendimientos a escala laboratorio son más altos en comparación con los de planta piloto. El mayor rendimiento obtenido a escala laboratorio fue del departamento de Escuintla con 0,4283 % y a escala planta piloto el mayor fue del mismo departamento, que fue 0,0550 %.

Las tablas LXXIV y LXXVI revelan los rendimientos de las extracciones de aceite esencial de cáscara a escala laboratorio y planta piloto, respectivamente. La tendencia continúa en cuanto comparación del rendimiento respecto a la escala, en este caso los porcentajes mayores fueron del departamento de Santa Rosa, con un 3,257 % para escala laboratorio y un 0,0989 % para planta piloto.

Las diferencias tan notorias de los rendimientos por las escalas se deben a que en el laboratorio se utilizó únicamente la cáscara mientras que a escala planta piloto se extrajo primero el jugo y después se utilizó la cáscara, en ese proceso de exprimir, parte del aceite esencial se volatilizó. Otro factor que pudo afectar es el tiempo de residencia del aceite con vapor a escala planta piloto, dado que debe pasar por un tramo de tubería para llegar al condensador situación que no ocurre en el equipo Neoclevenger a escala laboratorio. Por otra parte, al momento de que el vapor vivo de caldera entra a la marmita este pasa por los platos, los cuales tienen diferentes agujeros los que generan un cambio de

presión y hace que parte del vapor se condense, haciendo dificultoso el paso del vapor en la materia prima en cuestión. La trampa de hexano es importante ya que parte del aceite pudo perderse al momento de la manipulación y separación del hexano con el hidrolato como también en el proceso de concentración del aceite esencial.

Las tablas XXXIV y XXXVI muestran el análisis de varianza para un factor, que determina si la diferencia entre rendimientos es significativa respecto a la parte de la planta (cáscara y hoja). El valor del coeficiente de Fisher respecto a un coeficiente de Fisher crítico confirma esta diferencia. Se evidenció que el rendimiento extractivo del aceite esencial no se ve afectado por la parte de la planta utilizada.

Las tablas XXXVIII, XL, XLII y XLIV muestran el análisis de varianza de un factor en cuanto a la procedencia de materia prima. Este análisis estadístico determina que el rendimiento extractivo del aceite esencial se ve afectado por el lugar de procedencia. Además, las tablas XLVI y XLVIII muestra un análisis estadístico adicional, el rendimiento extractivo se ve afectado también por la escala trabajada, ambos análisis de varianza se trabajaron con un 95 % de confianza.

En la caracterización fisicoquímica del aceite esencial, se calculó la densidad, índice de refracción y se determinaron los componentes mayoritarios. Estas caracterizaciones se trabajaron para las 36 muestras obtenidas, para así obtener una cantidad de resultados significativa y poder compararlos.

La densidad se calculó con la relación entre masa y volumen de aceite. En las tablas LXXVII y LXXVIII se muestran los valores para la densidad de la hoja

y la cáscara respectivamente a escala laboratorio. Las tablas LXXIX y LXXX en cambio, indican la densidad de la hoja y cáscara respectivamente, pero a escala planta piloto. La densidad de la hoja y de la cáscara no varió al ser una propiedad intensiva.

Las tablas L, LII, LIV y LVI muestran el análisis de varianza para los valores obtenidos de la densidad, donde se puede determinar a partir de la F calculada, con un 95 % de confianza que no existe diferencia significativa en las mediciones según la procedencia y la escala. Sin embargo, sí existe una diferencia significativa referente a la parte de la planta de la cual se extrajo el aceite esencial.

En las tablas LXXXI y LXXXII muestran los resultados del potencial de hidrógeno (pH) de hojas y cáscara, respectivamente a escala laboratorio. Asimismo, las tablas LXXXIII y LXXIV el potencial de hidrógeno obtenido de las hojas y cáscara con diferencia que es a escala planta piloto. Para la obtención de estos resultados se utilizó papel tornasol, este material se colocó en contacto directo con el aceite obtenido de hojas y cáscara a las diferentes escalas. Según el color mostrado por el papel, se comparaba con el patrón, y se determinaba el pH para los diferentes aceites estudiados.

Las tablas LXVI, LXVIII, LXX y LXXII, muestran el análisis de varianza de un factor obtenidos para los valores de pH, con un 95 % de confiabilidad y con la F calculada demuestra que no existe diferencia significativa entre las medias muestrales de la procedencia de donde se obtuvo la materia prima, tampoco hay diferencia significativa según la escala a la que se trabajó. No obstante, la diferencia significativa existe para la parte de la planta de las cuales se extrajo el aceite esencial. Eso significa que los datos de pH varían según la parte de la planta.

Por otro lado, las tablas LXXXV, LXXXVI, LXXXVII y LXXXVIII muestran valores de los índices de refracción tanto para el aceite esencial de hojas y cáscara a escala laboratorio y planta piloto respectivamente. Esta es una propiedad que se utiliza, como indicador de la pureza del aceite. Dado el antecedente que se muestran al inicio de este documento, la tesis de Joana Betzabé Estrada indica que, al aumentar la cantidad de materia prima utilizada, aumenta el valor del índice de refracción. Es por lo que la variación existe para los datos obtenidos experimentalmente.

Según el análisis de un factor realizado para el índice de refracción, las tablas LVIII, LX, LXII y LXIV muestran que no hay diferencia significativa entre las refracciones y parte de la planta, pero sí que existe una diferencia significativa para la escala trabajada. Esto comprueba estadísticamente que, a mayor cantidad de materia prima, mayor es el índice de refracción del aceite extraído.

Para el análisis químico del aceite esencial del aceite esencial de naranja se realizó una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas, donde se determinó mediante un porcentaje de área y un tiempo de retención la abundancia de especies químicas que se encontraron en el aceite esencial de hojas y cáscara a escala laboratorio y planta piloto de los tres departamentos seleccionados para este estudio.

Un resumen de los componentes químicos mayoritarios para el aceite esencial de hojas a escala planta piloto y laboratorio, proveniente de Escuintla, Suchitpeque y Santa Rosa se muestran en las tablas LXXXIX, XC, XCI, XCII, XCIII y XCIV; los tres principales son d-limoneno, carene y linalool.

Los tres componentes mayoritarios para el aceite esencial de cáscara a escala planta piloto y laboratorio, para el departamento de Escuintla son: Beta-

felandreno, beta-mirceno y linalool; para el departamento de Suchitepéquez los componentes fueron: 1s-alpha-pineno, d-limoneno y linalool; y por último para el departamento de Santa Rosa: Beta-mirceno, 1s-alpha-pineno y d-limoneNúm. Las tablas que demuestran estos resultados están en las tablas XCV, XCVI, XCVII, XCVIII, XCIX y C.

Los resultados obtenidos del aceite esencial de las hojas tanto a escala laboratorio como planta piloto y de los tres departamentos de estudio muestran una similitud respecto a los compuestos mayoritarios encontrados en la GC-MS. A diferencia del aceite esencial de cáscara obtenido a escala laboratorio y planta piloto muestra una ligera diferencia en cuanto a los compuestos mayoritarios encontrados; sin embargo, los mismos compuestos aparecen en un orden diferente y el porcentaje de área es favorecedor para los mismos compuestos a pesar de este orden. El d-limoneno es el compuesto, por demás, mayoritario en el aceite esencial de cáscara de naranja tanto a escala laboratorio como a planta piloto.

CONCLUSIONES

1. No existe diferencia estadística significativa para el rendimiento extractivo del aceite esencial en función de la parte de la planta: cáscaras y hojas.
2. En el rendimiento del aceite esencial de naranja dulce (*Citrus sinensis*) existe una diferencia significativa en función del lugar de procedencia de la materia prima. Para el aceite extraído de cáscara el mayor valor fue para Santa Rosa con un $3,2557 \pm 0,0683$ % y el menor valor para Escuintla con $0,0103 \pm 0,00251$ %. Y para el aceite de hojas el mayor valor fue para Escuintla con valor de $0,4283 \pm 0,0177$ % y $0,200 \pm 0,004$ % como menor valor para Suchitepéquez.
3. Existe diferencia significativa en función de la escala trabajada. Para aceite esencial extraído a escala laboratorio se tiene como valor mayor $3,2557 \pm 0,0683$ % y $0,0212 \pm 0,00238$ % como menor. A escala planta piloto en cambio, se tiene un valor mayor de $0,0989 \pm 0,0022$ % y un valor menor de $0,0114 \pm 0,00495$ %.
4. Existe una diferencia significativa para la densidad y el potencial de hidrógeno en función de la parte de la planta. Teniendo un valor promedio para el primero de $0,8423 \pm 0,00336$ g/mL para cáscara y $0,7657 \pm 0,00298$ g/mL para hojas. Para el potencial de hidrógeno se obtuvo un valor promedio de cáscara de $3,667 \pm 0,577$ y de hojas un valor de 5.333 ± 0.577 .

5. No existe diferencia significativa para los datos fisicoquímicos obtenidos del aceite esencial de cáscara y hojas de naranja; potencial de hidrógeno, índice de refracción y densidad, en función de la procedencia.

6. A partir del análisis de varianza de un factor se determinó con un 95 % de confianza, que existe una diferencia significativa para el índice de refracción del aceite esencial de cáscaras y hojas de naranja en función de la escala trabajada.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de factibilidad para determinar la rentabilidad de la extracción de aceite esencial de cáscara y hoja de naranja.
2. Realizar extracciones de cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*) en diferentes estados de maduración de la fruta, para poder determinar si ese factor es importante en el rendimiento.
3. Hacer extracciones de aceite esencial de hojas de naranja dulce (*Citrus sinensis*) a árboles en diferentes tiempos de vida: inicial, vida media y anciano.
4. Efectuar diferentes productos con base en los aceites obtenidos de extracciones de aceite esencial, tanto de cáscara como de hoja.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTRO, Américo. *Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de naranja*. [en línea]. <<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/3157>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
2. Ecoagricultor. *Usos de aceites esenciales*. [en línea]. <<http://www.ecoagricultor.com/usos-aceites-esenciales-que-debes-conocer/>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
3. INKANATURAL. *Aceites esenciales: Tipos y propiedades*. [en línea]. <<http://www.inkanatural.com/es/arti.asp?ref=aceites-senciales#7>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
4. KOEDMAN, A. y A. Looman. *Análisis y control de calidad de aceites esenciales*. [en línea]. <<http://es.slideshare.net/profegildi/anlisis-y-control-de-aceites-esenciales>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
5. MARTÍNEZ MORAN, Alejandro. *Aceites esenciales*. [en línea], <http://www.medinformatica.com/OBSERVAMED/Descripciones/AceitesEsencialesUdeA_esencias2001b.pdf>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
6. MATIZ, Germán. *Diseño y evaluación in vivo de fórmulas para acné basadas en aceites esenciales*. [en línea],

<<http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v32n1/v32n1a14.pdf>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].

7. Naturalia. *Aceites esenciales, usos, precauciones y dosificación*. [en línea]. <<http://www.vidanaturalia.com/que-son-los-aceites-esenciales/>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
8. RIBERA RODRIGUEZ, Roberta. *Las variedades de los cítricos, El material vegetal y registro de variedades comerciales*. [en línea]. <http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/Variedades_de_Citricos_primeras_p%C3%A1ginas_tcm7-212147.pdf>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
9. Universidad de Granada. *Biogénesis y terpenoides*. [en línea]. <<http://www.ugr.es/~quiorred/pnatu/terpenoides.htm>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
10. Universidad tecnológica de Pereira. *Tipos de cromatografía*. [en línea]. <<http://blog.utp.edu.co/docenciaedwin/files/2014/09/TIPOS-CROMATOGRAF%C3%8DA.pdf>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].
11. Universidad veracruzana (UV). *Cromatografía de gases/ Espectrometría de masas (GC/MS)*. [en línea]. <<https://www.uv.mx/sara/facilidades/gcms/>>. [Consulta: 23 de abril de 2016].

12. VALDÉZ, Verónica. *Los cítricos, origen e historia*. [en línea].
<<http://citricoscitrus.blogspot.com/p/origen-de-los-citricos.html>>.
[Consulta: 23 de abril de 2016].

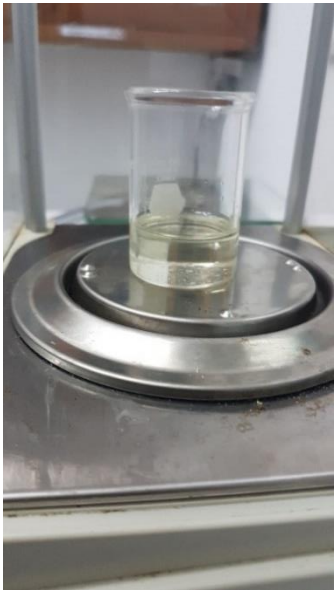
APÉNDICE

Apéndice 1. Visitas a los diferentes departamentos mencionados en este estudio.



Fuete: elaboración propia.

Apéndice 2. **Extracción del aceite esencial a escala laboratorio y planta piloto**



Continuación del apéndice 2.

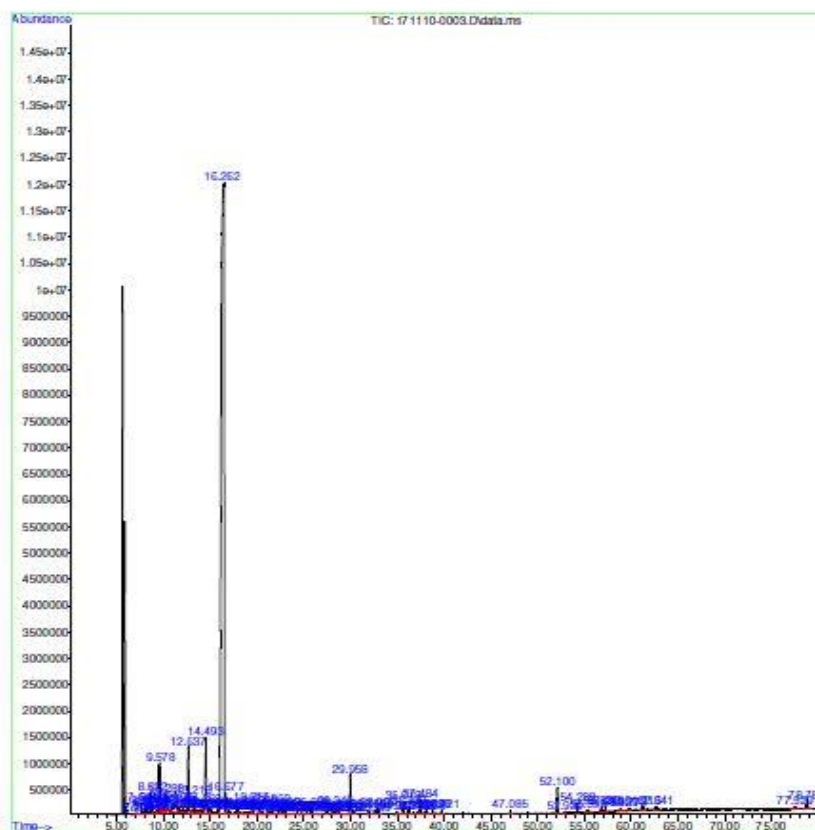


Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Escuintla a escala laboratorio

```
File       : C:\msdchan\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
...       : 171110-0003.D
Operator  : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired  : 10 Nov 2017 17:20      using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara laboratorio
Misc Info : Escuintla
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 2. **Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Escuintla**

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0003.D						
Title :						
Acq On : 10 Nov 2017 17:20						
Operator : AdaM						
Sample : Cascara laboratorio						
Misc : Escuintla						
ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChanStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.106	0.04	C:\Database\NIST05a.L Hexane, 3-ethyl- Octane Heptane, 2,4-dimethyl-	7424 7421 12300	000619-99-8 000111-65-9 002213-23-2	64 64 64
2	7.233	0.02	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl-	12274 12282 12283	002216-33-3 002216-33-3 002216-33-3	90 87 72
3	7.643	0.26	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12267 12268 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	96 95 94
4	7.866	0.09	C:\Database\NIST05a.L Tetradecane Undecane 1-Iodo-2-methylundecane	55974 27237 121771	000629-59-4 001120-21-4 073105-67-6	72 53 53
5	8.002	0.17	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl-	18522 18527 18499	002051-30-1 002051-30-1 005911-04-6	94 93 91
6	8.157	0.04	C:\Database\NIST05a.L Undecane, 3,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 3,6-dimethyl-	46119 18510 18528	017301-28-9 002051-30-1 015869-94-0	78 78 64
7	8.279	0.16	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18547 18550 18551	014676-29-0 014676-29-0 014676-29-0	55 53 52
8	8.621	0.72	C:\Database\NIST05a.L Decane Nonane, 2-methyl- Decane	18485 18497 18487	000124-18-5 000871-83-0 000124-18-5	87 81 74
9	8.857	0.32	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl-	18500 18496 18499	005911-04-6 005911-04-6 005911-04-6	90 90 81
10	9.198	0.06	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, butyl- Cyclopentane, butyl- 1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl-	11176 11173 77416	002040-95-1 002040-95-1 006750-34-1	50 50 49
11	9.285	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl-	11180 11179 11175	001678-92-8 001678-92-8 001678-92-8	90 87 87
12	9.576	2.07	C:\Database\NIST05a.L Decane	18488	000124-18-5	96

Continuación del anexo 2.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\
Data File : 171110-0003.D
Title :
Acq On : 10 Nov 2017 17:20
Operator : AdaM
Sample : Cascara laboratorio
Misc : Escuintla
ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

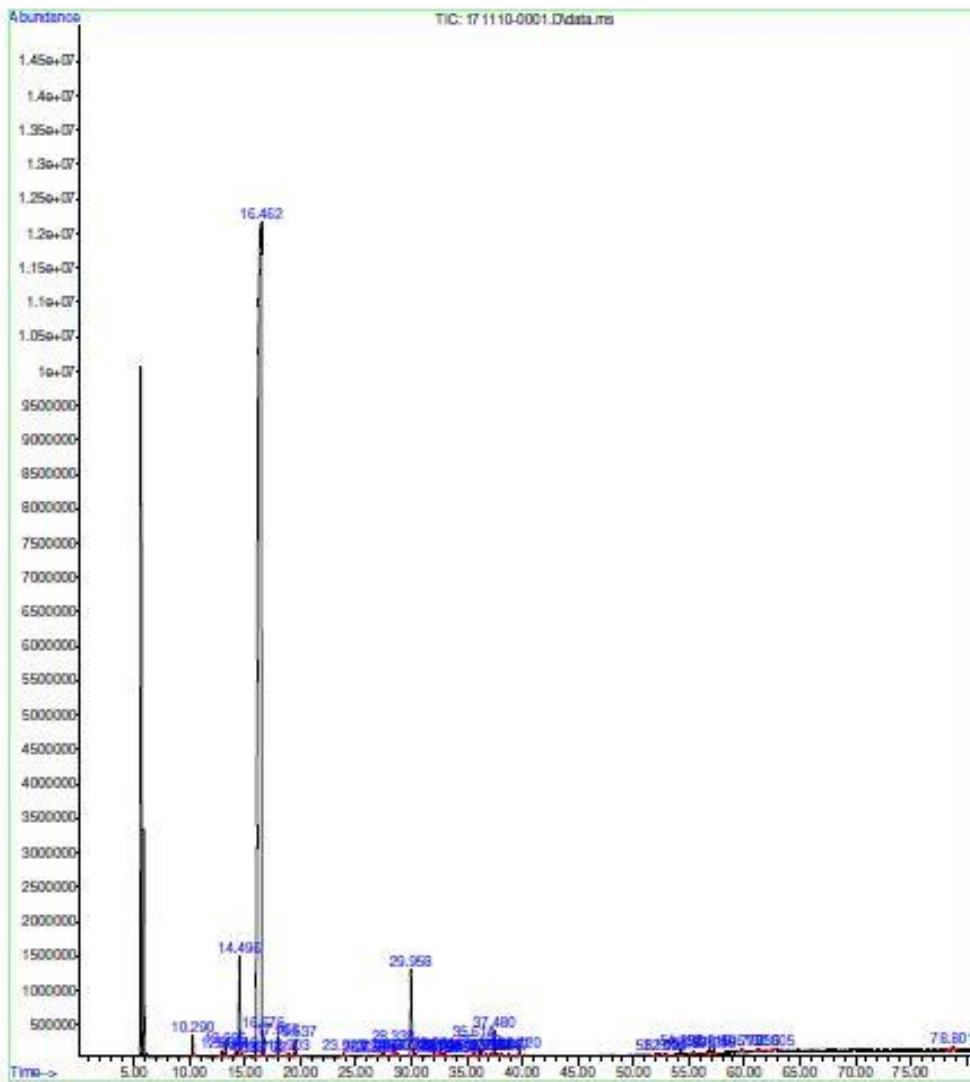
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e
    
```

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Decano	18485	000124-18-5	95
			Decano	18486	000124-18-5	91
13	9.803	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Decano, 4-methyl-	27247	002847-72-5	87
			Decano, 4-methyl-	27248	002847-72-5	72
			Sulfurous acid, 2-ethylhexyl nonyl ester	136805	1000309-19-2	64
14	10.003	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexano, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	50
			3-Eicoseno, (E)-	112107	074885-33-9	49
			Cyclohexano, 1,2,4-trimethyl-	11233	002234-75-5	46
15	10.281	0.50	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Pineno	15178	000080-56-8	96
			1S-.alpha.-Pineno	15185	007785-26-4	96
			1R-.alpha.-Pineno	15186	007785-70-8	96
16	10.799	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopentano, 1,1,3-trimethyl-	6609	004516-69-2	49
			4-Isopropylcyclohexanona	18049	005432-85-9	46
			Cyclohexano, 1,2,4-trimethyl-	11237	002234-75-5	45
17	11.200	1.00	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Decano, 4-methyl-	25929	013151-29-6	76
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl ester	115942	1000309-38-9	72
			Nonano, 4-methyl-5-propyl-	46166	062185-55-1	64
18	11.609	0.36	C:\Database\NIST05a.L			
			Decano, 3-methyl-	27251	013151-34-3	95
			Decano, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Nonano, 5-(1-methylpropyl)-	46171	062185-54-0	59
19	12.050	0.33	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexano, (2-methylpropyl)-	17411	001678-98-4	90
			Cyclohexano, butyl-	17358	001678-93-9	80
			Cyclohexano, butyl-	17359	001678-93-9	74
20	12.637	2.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecano	27236	001120-21-4	96
			Undecano	27239	001120-21-4	93
			Undecano	27238	001120-21-4	93
21	12.883	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Pineno	15175	000127-91-3	60
			.beta.-Myrceno	15179	000123-35-3	55
			.beta.-Pineno	15174	000127-91-3	55
22	12.978	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Tetratetracontano	188837	007098-22-8	58
			Dodecano, 2,6,10-trimethyl-	66082	003891-98-3	52
			1-Iodo-2-methylnonano	103530	1000101-47-9	47
23	13.215	0.60	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexano, 4-metilano-	15378	003387-41-5	90

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 3. Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Santa Rosa a escala laboratorio

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceita cascara naranja cesar
... \171110-0001.D
Operator : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired : 10 Nov 2017 14:26 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara laboratorio
Misc Info : Santa Rosa



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 4. **Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa**

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0001.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 14:26
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara laboratorio
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.290	0.52	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1S-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15186 15185 15178	007785-70-8 007785-26-4 000080-56-8	96 96 95
2	12.883	0.14	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15176 15171 15390	000127-91-3 000127-91-3 018172-67-3	95 94 94
3	13.224	0.27	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15201 15374 15200	000555-10-2 028634-89-1 000555-10-2	91 91 91
4	14.247	0.17	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)- 3-Carene 3-Carene	15369 15157 15156	000498-15-7 013466-78-9 013466-78-9	97 95 94
5	14.498	3.07	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15177 15180 15374	000123-35-3 000123-35-3 028634-89-1	91 86 86
6	14.839	0.07	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene	15203 15202 15205	000099-83-2 000099-83-2 000099-83-2	94 91 91
7	16.463	86.18	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15153 15154	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 91 91
8	16.676	0.47	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15374 15200 15198	028634-89-1 000555-10-2 000555-10-2	91 91 91
9	16.790	0.03	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)-	15164 15154 15359	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	50 46 45
10	17.968	0.43	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15186 15369 15355	007785-70-8 000498-15-7 000099-85-4	96 96 95

Continuación del anexo 4.

LIGA Library search report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acate cascara naranja casar\						
Data File : 171110-0001.D						
Title :						
Acq On : 10 Nov 2017 14:26						
Operator : Adm						
Sample : Cascara laboratorio						
Misc : Santa Rosa						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
11	18.901	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	95
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	94
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	94
12	19.538	0.63	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanal	12028	000124-13-0	97
			Octanal	12031	000124-13-0	91
			Octanal	12030	000124-13-0	90
13	23.922	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			(Z)-2-Heptene	3238	006443-92-1	35
			2-Hepten-1-ol, (E)-	7283	033467-76-4	30
			Cycloheptanol	7258	000502-41-0	25
14	25.737	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	13649	001195-32-0	96
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	13650	001195-32-0	95
			Benzene, 2-ethanyl-1,3-dimethyl-	13638	002039-90-9	87
15	26.888	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Limonene oxide, trans-	24063	006909-30-4	78
			1,3,7-Octatriene	5264	001002-35-3	30
			1,3-Cyclooctadiene	5275	001700-10-3	22
16	27.466	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	97
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25583	000106-23-0	91
17	28.339	0.53	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27023	000112-31-2	90
			Decanal	27022	000112-31-2	90
18	28.662	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Cubebene	59823	017699-14-8	98
			Copaene	59779	003856-25-5	98
			.alpha.-Cubebene	59824	017699-14-8	96
19	29.958	2.89	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	93
			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	58
20	30.386	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]benzene, octahydro-7-methyl-3-methyl-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7	60103	013744-15-5	95

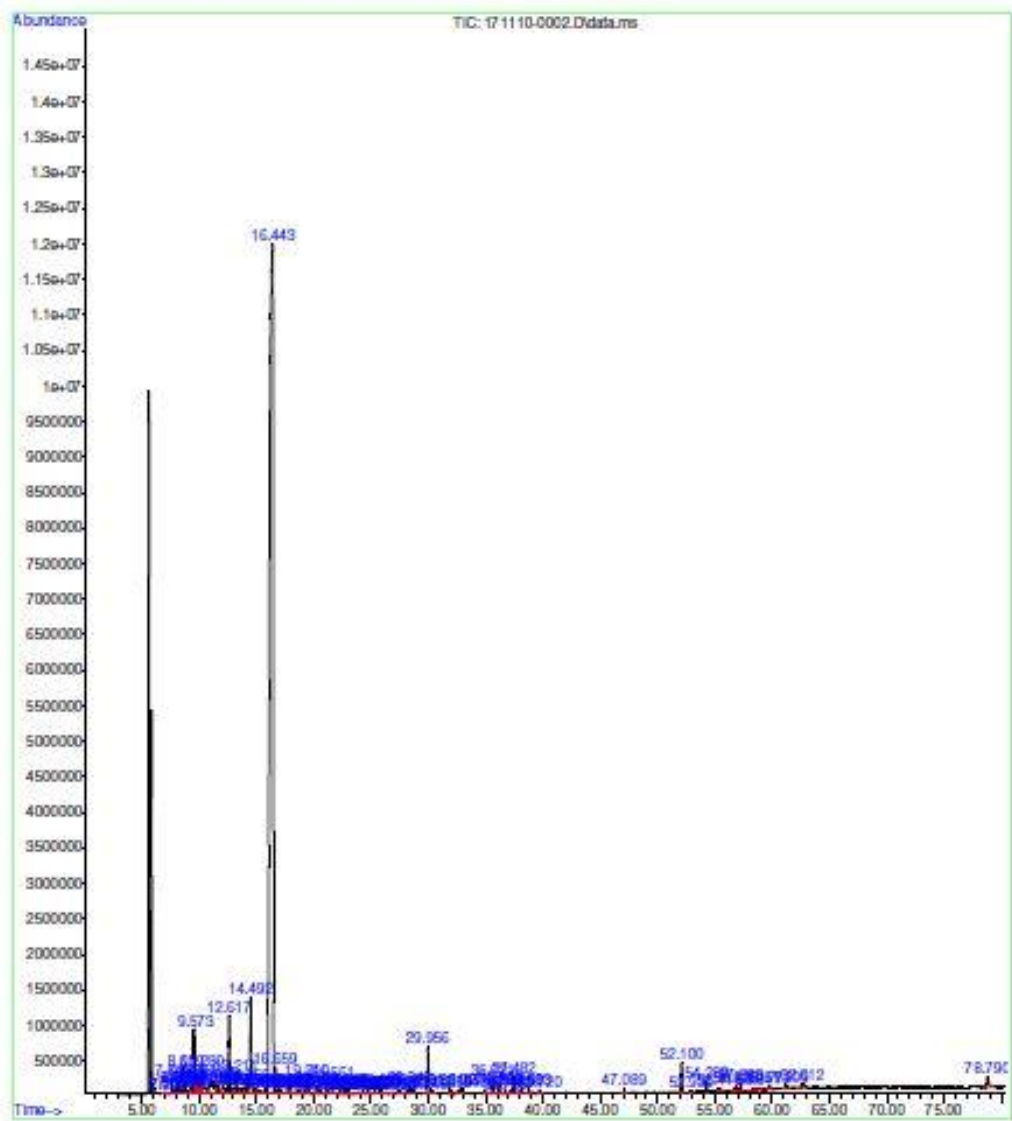
Continuación del anexo 4.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0001.D						
Title :						
Acq On : 10 Nov 2017 14:26						
Operator : AdaM						
Sample : Cascara laboratorio						
Misc : Santa Rosa						
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			aS*}}-			
			1E-Cyclopenta[1,3]cyclopropano[1,2]b	60104	013744-15-5	93
			enzane, octahydro-7-methyl-3-methyl			
			ene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a,			
			alpha., 3b.beta., 4.beta., 7.alpha., 7			
			aS*}}-			
			1,6-Dodecadiene, 1-methyl-5-mat	59962	023986-74-5	80
			ylene-8-(1-methylethyl)-, [E-(E,			
			}}-			
21	32.033	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	91
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32108	001076-56-8	91
			ethylethyl)-			
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethyl	32075	000877-65-6	80
			hyl)-			
22	32.360	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopropane, octyl-	25932	001472-09-9	38
			1-Heptanol, 6-methyl-	13261	001653-40-3	30
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,	60003	000515-13-9	30
			4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha,			
			pha., 2.beta., 4.beta.)}-			
23	32.592	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25745	000562-74-3	87
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25784	020126-76-5	81
			ethylethyl)-, (R)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25751	000562-74-3	76
			ethylethyl)-			
24	32.710	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			1E-Cyclopenta[1,3]cyclopropano[1,2]b	60104	013744-15-5	83
			enzane, octahydro-7-methyl-3-methyl			
			ene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a,			
			alpha., 3b.beta., 4.beta., 7.alpha., 7			
			aS*}}-			
			(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	70
			Adamantane, 2-hydroperoxy-2-ethany	52644	1000142-83-9	53
			l-			
25	32.929	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59800	000087-44-5	97
26	33.384	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Methylenecyclohexane	2549	001888-90-0	50
			Cyclopentane, 1,3-bis(methylene)-	2572	059219-48-6	49
			3-Cyclohexene-1-acetaldehyde, .alp	24272	029548-14-9	40
			ha., 4-dimethyl-			
27	34.939	0.04	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6,10-Dodecatriene, 7,11-dimethyl	59897	028973-97-9	90
			-3-methylene-, (Z)-			

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 5. Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Suchitepéquez a escala laboratorio

File :C:\msdchan\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
... \171110-0002.D
Operator : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired : 10 Nov 2017 15:53 using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara laboratorio
Misc Info : Suchitepaquez



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 6. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitpeque

Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\
 Data File : 171110-0002.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 15:53
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara laboratorio
 Misc : Suchitpequez
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.101	0.04	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 2,4-dimethyl- Octane Heptane, 2,3-dimethyl-	12300 7420 12298	002213-23-2 000111-65-9 003074-71-3	72 64 64
2	7.233	0.02	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl-	12274 12282 12283	002216-33-3 002216-33-3 002216-33-3	67 67 72
3	7.643	0.26	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12269 12267	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 95 94
4	7.870	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1-Iodo-2-methylundecane Eicosane Octane, 2,7-dimethyl-	121771 113490 18507	073105-67-6 000112-95-8 001072-16-8	59 59 59
5	8.002	0.17	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl-	18522 18527 18499	002051-30-1 002051-30-1 005911-04-6	94 94 91
6	8.157	0.05	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-5-methyl- Octane, 1,1'-oxybis- Octane, 1,1'-oxybis-	18548 86869 86868	052896-90-9 000629-82-3 000629-82-3	78 72 72
7	8.279	0.18	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl-	18550 18547 18512	014676-29-0 014676-29-0 007146-60-3	70 60 35
8	8.620	0.73	C:\Database\NIST05a.L Decane Decane Hydroxylamine, O-dodecyl-	18485 18487 38431	000124-18-5 000124-18-5 029812-79-1	74 64 64
9	8.852	0.36	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl-	18499 18500 18496	005911-04-6 005911-04-6 005911-04-6	67 67 67
10	9.189	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecanol 1-Eicosanol Pentafluoropropionic acid, dodecyl ester	86853 123792 143323	036653-82-4 000629-96-9 006222-04-4	72 49 46
11	9.285	0.12	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl-	11180 11175 11182	001678-92-8 001678-92-8 001678-92-8	67 63 60
12	9.571	2.05	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 6.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acabta cascara naranja osar\						
Data File : 171110-0002.D						
Title :						
Acq On : 10 Nov 2017 15:53						
Operator : AdeM						
Sample : Cascara laboratorio						
Misc : Suchitapequez						
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Decane	18488	000124-18-5	96
			Decane	18488	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	90
13	9.799	0.68	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	86
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl es	115942	1000309-38-9	78
			ter			
			Dodecane, 4,6-dimethyl-	55992	061141-72-8	59
14	10.008	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			4-Decene	17317	019589-18-0	55
			1R,2C,3T,4T-Tetramethyl-cyclohexan	17437	1000144-07-3	49
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	49
15	10.281	1.03	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	95
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	95
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95
16	10.799	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Hexene, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	17417	062338-08-3	78
			Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	6609	004516-69-2	53
			Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	6614	004516-69-2	53
17	11.186	1.30	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 2,3,5,8-tetramethyl-	55994	192823-15-7	80
			1-Decene, 4-methyl-	25929	013151-29-6	78
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl es	115942	1000309-38-9	74
			ter			
18	11.595	0.60	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	95
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Nonane, 5-butyl-	46089	017312-63-9	59
19	12.037	0.57	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 12-methylproov11-	17411	001678-98-4	90
			Cyclohexane, butyl-	17358	001678-93-9	80
			Cyclohexane, butyl-	17356	001678-93-9	74
20	12.619	2.27	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27236	001120-21-4	96
			Undecane	27240	001120-21-4	94
			Undecane	27239	001120-21-4	93
21	12.955	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane, 4-methyl-	36446	002980-69-0	58
			Decane, 3,6-dimethyl-	36456	017312-53-7	55
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl isohexyl	115944	1000309-38-8	52
			ester			
22	13.210	0.71	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-	15378	003387-41-5	91
			1-(1-methylethyl)-			
			.beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	91

Continuación del anexo 6.

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja osar\
 Data File : 171110-0002.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 15:53
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara laboratorio
 Misc : Suchitapequez
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

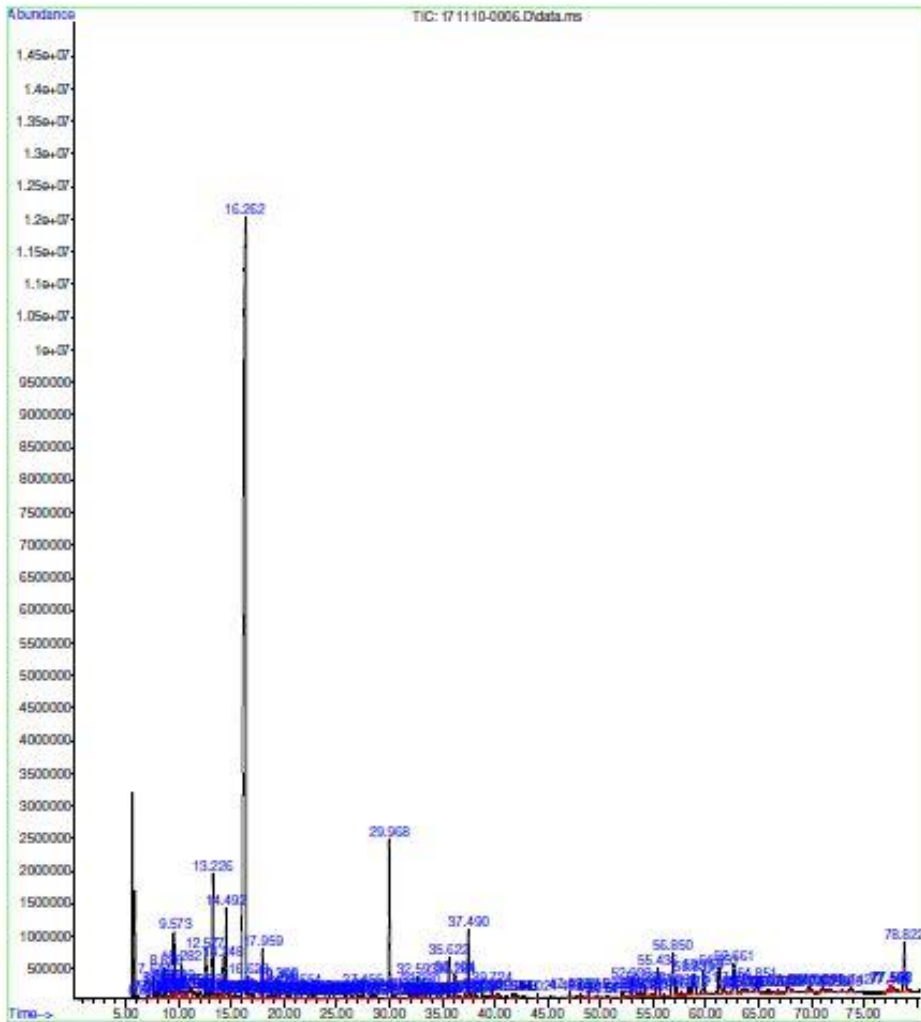
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
23	13.524	0.25	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, tr ans- 1-Ethyl-3-methylcyclohexane (c,t) Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl-	11268 11255 17423	006236-88-0 003728-55-0 004291-79-6	53 53 50
24	13.824	0.16	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl- 4-Isopropylcyclohexanone 4-Isopropylcyclohexanone	25967 18058 18049	062238-33-9 005432-85-9 005432-85-9	43 43 38
25	14.256	0.66	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tri methyl-, (1S)- 1R-.alpha.-Pinene	15157 15369 15186	013466-78-9 000498-15-7 007785-70-8	90 89 89
26	14.493	2.72	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Myrcene	15179 15374 15177	000123-35-3 028634-89-1 000123-35-3	91 80 70
27	14.825	0.12	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 2-methyl- 5-(1-methylethyl)- .alpha.-Phellandrene	15203 15375 15204	000099-83-2 002867-05-2 000099-83-2	64 58 58
28	14.989	0.30	C:\Database\NIST05a.L Undecane, 3-methyl- Oxalic acid, bis(6-ethyloct-3-yl) ester Decane, 2,3,5-trimethyl-	36440 161418 46148	001002-43-3 1000309-34-6 062238-11-3	47 47 43
29	15.421	0.14	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,3-dimethyl- p-Xylene Benzene, 1,3-dimethyl-	4969 4944 4970	000108-38-3 000108-42-3 000108-38-3	38 38 38
30	15.853	0.19	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, pentyl- n-Amylcyclohexane Cyclohexane, pentyl-	25939 25925 25940	004292-92-6 029949-27-7 004292-92-6	90 87 87
31	16.444	72.46	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15153 15154	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 91 91
32	16.658	0.45	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15374 15200 15198	028634-89-1 000555-10-2 000555-10-2	94 91 91

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 7. Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Escuintla a escala planta piloto

```
File      : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
...      : 171110-0006.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired  : 10 Nov 2017  21:41      using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara planta
Misc Info : Escuintla
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 8. **Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla**

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0006.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 21:41
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Escuintla
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.656	0.01	C:\Database\NIST05a.L Octane, 4-methyl- 2-Pentanone, 5-hydroxy- Hexane, 4-ethyl-2,2-dimethyl-	12279 4171 18558	002216-34-4 001071-73-4 052896-99-8	38 37 33
2	7.097	0.06	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2-methyl- Heptane, 2,3-dimethyl- Ether, hexyl pentyl	12277 12299 37797	003221-61-2 003074-71-3 032357-83-8	74 64 59
3	7.229	0.04	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Heptane, 2,5-dimethyl-	12274 12282 12291	002216-33-3 002216-33-3 002216-30-0	91 91 90
4	7.643	0.35	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 81
5	7.865	0.12	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,5-dimethyl- Pentadecane Decane, 3,8-dimethyl-	18511 66063 36457	015869-93-9 000629-62-9 017312-55-9	62 53 53
6	8.002	0.22	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl-	18522 18527 18499	002051-30-1 002051-30-1 005911-04-6	94 94 91
7	8.161	0.06	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,6-dimethyl- Undecane, 3,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl-	18528 46119 18496	015869-94-0 017301-28-9 005911-04-6	86 78 74
8	8.275	0.23	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18547 18550 18551	014676-29-0 014676-29-0 014676-29-0	55 49 43
9	8.621	0.76	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 4-methyl- Decane Octane, 2,5-dimethyl-	18502 18486 18523	017301-94-9 000124-18-5 015869-89-3	87 72 64
10	8.853	0.37	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Octane, 3,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl-	18496 18514 18499	005911-04-6 015869-94-0 005911-04-6	90 87 81
11	9.203	0.12	C:\Database\NIST05a.L 1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl- 1-Heptadecanol Cyclopentane, butyl-	77416 96332 11173	006750-34-1 001454-85-9 002040-95-1	49 49 45
12	9.285	0.14	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, propyl-	11180	001678-92-8	94

Continuación del anexo 8.

LIGA Library search report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0006.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 21:41
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Escuintla
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Cyclohexane, propyl-	11179	001678-92-8	90
			Cyclohexane, propyl-	11175	001678-92-8	90
13	9.571	1.73	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane	18488	000124-18-5	96
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	87
14	9.799	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27242	002847-72-5	72
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	72
			Decane, 4-methyl-	27247	002847-72-5	72
15	10.008	0.41	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	64
			trans-3-Decane	17337	019150-21-1	60
			cis-3-Decane	17331	019398-86-8	60
16	10.281	0.98	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	95
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	93
17	10.613	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Toluene	2398	000108-88-3	55
			Toluene	2395	000108-88-3	55
			Toluene	2400	000108-88-3	55
18	10.781	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Cycloheptane, methyl-	6515	004126-78-7	55
			3-Heptane, 4-propyl-	17360	004485-13-6	49
			1-Nonadecane	102860	018435-45-5	38
19	11.150	0.85	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Decane, 4-methyl-	25929	013151-29-6	64
			Heptadecane, 2,6-dimethyl-	104285	054105-67-8	59
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl ester	115942	1000309-38-9	58
20	11.550	0.49	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	95
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Nonane, 5-(1-methylpropyl)-	46171	062185-54-0	59
21	12.032	0.44	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17406	001678-98-4	87
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17411	001678-98-4	87
			Cyclohexane, butyl-	17356	001678-93-9	83
22	12.578	1.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27236	001120-21-4	97
			Undecane	27238	001120-21-4	95
			Undecane	27240	001120-21-4	93
23	12.893	0.31	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl	15384	018172-67-3	95

Continuación del anexo 8.

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acaite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0006.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 21:41
 Operator : AdaM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Escuintla
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

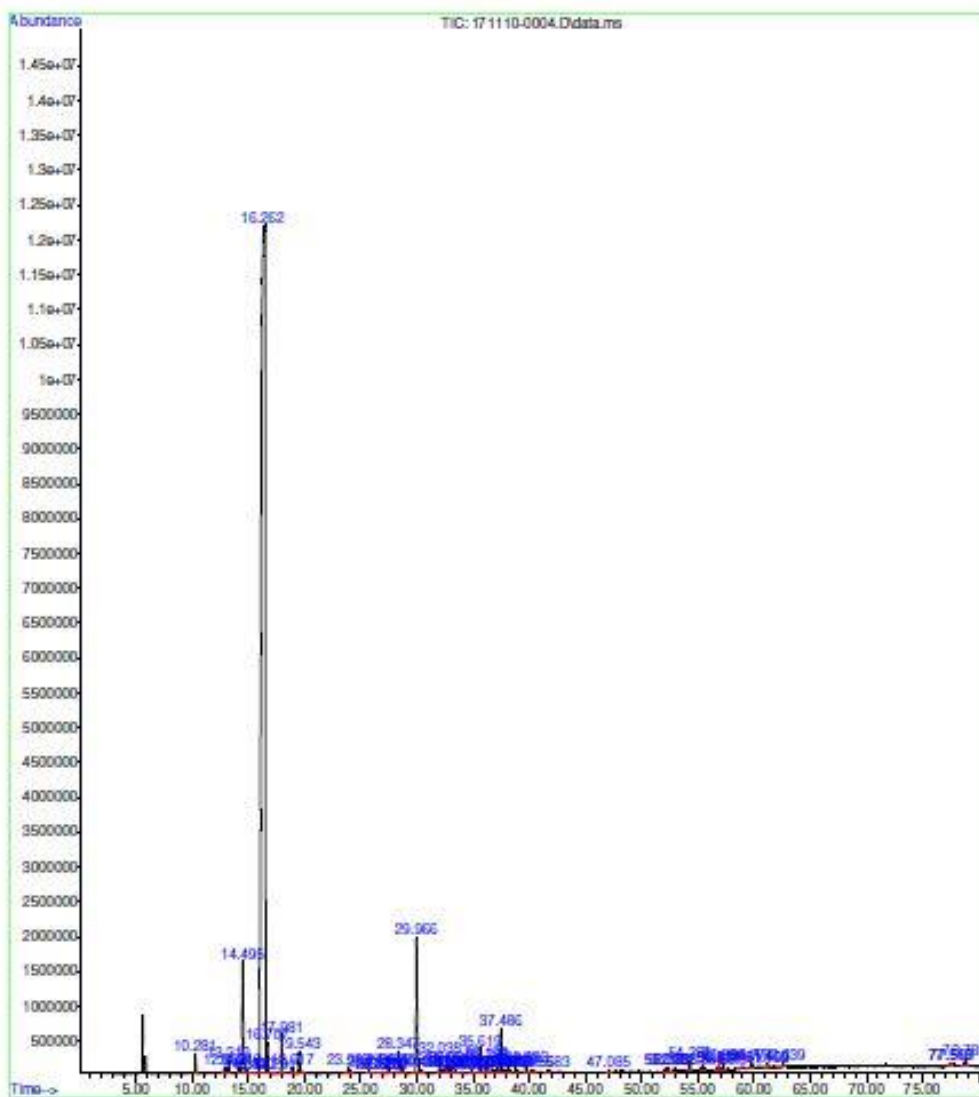
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
24	13.224	2.68	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	94
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	91
25	13.474	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopentane, 1-hydroxymethyl-1,3-dimethyl-	12253	1000156-73-8	64
			Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, trans-	11266	006236-88-0	64
			Hexanal, 2-ethyl-	10978	026266-68-2	64
26	13.820	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			o-Xylene	4953	000095-47-6	95
			Benzene, 1,3-dimethyl-	4970	000108-38-3	95
			p-Xylene	4950	000106-42-3	94
27	13.961	0.04	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, (1-ethylpropyl)-	25965	026321-98-2	64
			Cyclohexane, (1-methylethyl)-	11230	000696-29-7	53
			Cyclohexane, (1-methylpropyl)-	17414	007058-01-7	50
28	14.083	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Allyl-1-but-3-enyl-1-silacyclobutane	33366	127597-51-7	43
			Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl-	17422	004291-79-6	35
			Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, trans-	11268	006236-88-0	35
29	14.247	1.10	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Carene	15157	013466-78-9	95
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	95
			Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-	15385	068998-21-0	95
30	14.493	2.07	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	91
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	80
31	14.820	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Phellandrene	15203	000099-83-2	90
			.alpha.-Phellandrene	15204	000099-83-2	90
			.alpha.-Phellandrene	15202	000099-83-2	86
32	14.966	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Borabicyclo[3.3.1]nonane, 9-hydroxy-	16882	063366-65-4	64
			2,4,6-Octatrienoic acid	16707	005205-32-3	60
			Naphthalene, decahydro-, trans-	16353	000493-02-7	50

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 9. **Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Santa Rosa a escala planta piloto**

```
File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar
...       : \171110-0004.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired   : 10 Nov 2017 18:47      using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara planta
Misc Info  : Santa Rosa
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 10. **Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja a escala planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0004.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 18:47
 Operator : AdmM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.281	0.38	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Pinene 1S-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15185 15178 15376	007785-26-4 000080-56-8 002437-95-8	96 95 94
2	12.883	0.15	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene	15176 15390 15174	000127-91-3 018172-67-3 000127-91-3	94 93 91
3	13.219	0.26	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)-	15200 15373 15374	000555-10-2 003387-41-5 028634-89-1	94 91 91
4	14.252	0.17	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene Cyclohexane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)- Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15157 15385 15369	013466-78-9 068998-21-0 000498-15-7	96 95 95
5	14.493	2.97	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Myrcene	15180 15374 15177	000123-35-3 028634-89-1 000123-35-3	87 86 70
6	14.834	0.07	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene .alpha.-Phellandrene	15202 15203 15204	000099-83-2 000099-83-2 000099-83-2	90 90 87
7	15.421	0.03	C:\Database\NIST05a.L Ocimene Cyclohexane, 3-methyl-6-(1-methylthylidene)- Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-	15148 15335 15320	029714-87-2 000586-63-0 000464-17-5	53 52 47
8	16.262	83.01	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene D-Limonene Limonene	15165 15162 15153	005989-27-5 005989-27-5 000138-86-3	94 93 93
9	16.708	0.41	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15198 15374 15373	000555-10-2 028634-89-1 003387-41-5	91 91 91
10	17.290	0.03	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 10.

LIPA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acuite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0004.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 18:47
 Operator : AdeM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	94
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	90
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	87
11	17.982	0.69	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	96
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	96
			Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-	15385	068998-21-0	95
12	18.919	0.13	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14426	000535-77-3	95
13	19.542	0.65	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12030	000124-13-0	90
			Octanal	12031	000124-13-0	87
			Octanal	12028	000124-13-0	86
14	23.922	0.17	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	90
15	25.733	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	13649	001195-32-0	96
			Benzene, 1-ethenyl-4-ethyl-	13606	003454-07-7	93
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	13650	001195-32-0	93
16	26.374	0.02	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	53
			3-Undecyne	24363	060212-30-8	38
			3-Hexadecyne	73054	061886-62-2	35
17	26.901	0.03	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans-	24063	006909-30-4	78
			2-Azacyclopropa[cd]pentalene, octahydro-2-methyl-	9909	016967-61-6	22
			1,3,7-Octatriene	5264	001002-35-3	22
18	27.279	0.02	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, octyl ester	37520	000112-14-1	38
			Acetic acid, hexyl ester	20095	000142-92-7	35
			Acetic acid, hexyl ester	20094	000142-92-7	27
19	27.466	0.16	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	96
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94

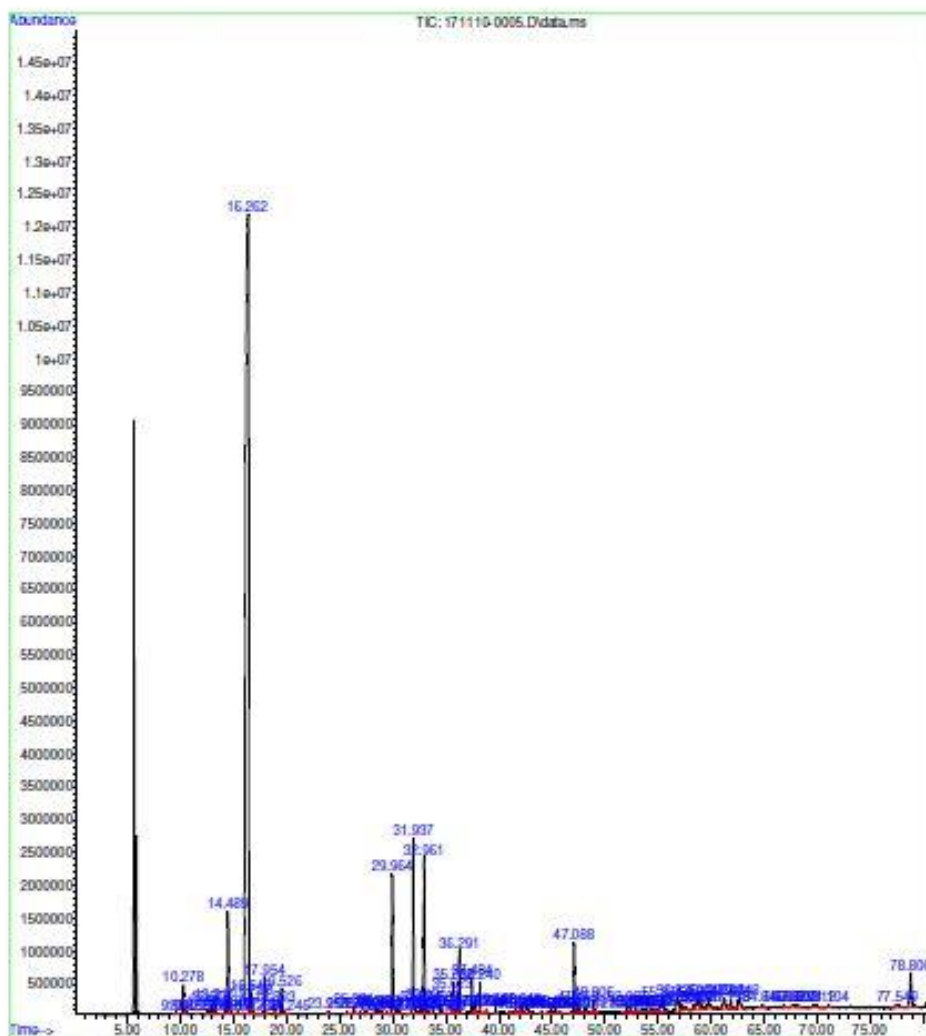
Continuación del anexo 10.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0004.D						
Title :						
Acq On : 10 Nov 2017 18:47						
Operator : AdaM						
Sample : Cascara planta						
Misc : Santa Rosa						
ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	68
20	28.348	0.78	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
			Decanal	27023	000112-31-2	87
21	28.666	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			Copaene	59778	003856-25-5	99
			Copaene	59779	003856-25-5	99
			.alpha.-Cubebene	59824	017699-14-8	98
22	29.967	3.65	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	94
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	58
23	30.409	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			1B-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]b enzene, octahydro-7-methyl-3-methyl-ene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7.alpha*)]-	60103	013744-15-5	95
			1B-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]b enzene, octahydro-7-methyl-3-methyl-ene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7.alpha*)]-	60104	013744-15-5	94
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,4a.beta.,8a.alpha.)-	60057	039029-41-9	90
24	32.037	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	97
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylethyl)-	32075	000877-65-6	80
25	32.364	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,2.beta.,4.beta.)]-	60003	000515-13-9	91
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-	59911	110823-68-2	91
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, (1.alpha.,2.beta.,4.beta.)-	59995	033880-83-0	91
26	32.596	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	95
			3-Cyclohexan-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	94

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 11. Cromatograma del aceite esencial de cáscara de naranja proveniente del departamento de Suchitepéquez a escala planta piloto

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
... \171110-0005.D
Operator : AdeM
Instrument : GC-MSD
Acquired : 10 Nov 2017 20:14 using AcqMethod ACEITES ESSENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name : Cascara planta
Misc Info : Suchitepéquez



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 12. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de cáscara de naranja a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitupéquez

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
Data File : 171110-0005.D
Title :
Acq On : 10 Nov 2017 20:14
Operator : Adem
Sample : Cascara planta
Misc : Suchitupéquez
ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
Intagracion Events: ChemStation Integrator -- autoint1.e

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	9.562	0.04	C:\Database\NIST05a.L Decane Decane Decane	18485 18488 18486	000124-18-5 000124-18-5 000124-18-5	95 94 87
2	10.276	0.56	C:\Database\NIST05a.L 1S-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene	15185 15178 15186	007785-26-4 000080-56-8 007785-70-8	96 95 95
3	10.622	0.03	C:\Database\NIST05a.L Toluene Toluene Toluene	2400 2395 2399	000108-88-3 000108-88-3 000108-88-3	91 90 83
4	11.559	0.03	C:\Database\NIST05a.L Camphene Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethy 1-3-methylene-, (1S)- Camphene	15150 15387 15152	000079-92-5 005794-04-7 000079-92-5	94 93 92
5	12.582	0.12	C:\Database\NIST05a.L Undecane Undecane Undecane	27239 27238 27240	001120-21-4 001120-21-4 001120-21-4	96 95 93
6	12.873	0.20	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethy 1-2-methylene-, (1S)-	15171 15176 15390	000127-91-3 000127-91-3 018172-67-3	94 94 93
7	13.215	0.28	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15200 15379 15373	000555-10-2 003387-41-5 003387-41-5	91 91 91
8	13.815	0.02	C:\Database\NIST05a.L p-Xylene p-Xylene p-Xylene	4944 4946 4947	000106-42-3 000106-42-3 000106-42-3	93 93 93
9	14.238	0.14	C:\Database\NIST05a.L 3-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tr imethyl-, (1S)- 3-Carene	15156 15369 15157	013466-78-9 000498-15-7 013466-78-9	95 95 95
10	14.488	2.43	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Myrcene Pyridine, 2-propyl-	15374 15177 9271	028634-89-1 000123-35-3 000622-39-9	86 70 59
11	14.820	0.06	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 12.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
Data File : 171110-0005.D
Title :
Acq On : 10 Nov 2017 20:14
Operator : Adm
Sample : Cascara planta
Misc : Suchitepequez
ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.a

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.alpha.-Phellandrene	15205	000099-83-2	91
			.alpha.-Phellandrene	15202	000099-83-2	90
			.alpha.-Phellandrene	15203	000099-83-2	87
12	15.407	0.08	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	83
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)-	15338	000586-62-9	64
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	60
13	16.262	61.29	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15153	000138-86-3	93
			D-Limonene	15162	005989-27-5	89
14	16.644	0.33	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene	15201	000555-10-2	91
			.beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
15	16.763	0.29	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	98
16	17.258	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	94
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390	018172-67-3	93
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	91
17	17.795	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1-Dodecene	34946	000112-41-4	98
			1-Dodecene	34945	000112-41-4	96
			Cyclopropane, nonyl-	34976	074663-85-7	93
18	17.954	0.70	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	96
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	96
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15355	000099-85-4	95
19	18.891	0.18	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14426	000535-77-3	95
20	19.528	0.88	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12028	000124-13-0	98
			Octanal	12032	000124-13-0	90

Continuación del anexo 12.

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja osar\
 Data File : 171110-0005.D
 Title :
 Acq On : 10 Nov 2017 20:14
 Operator : AdoM
 Sample : Cascara planta
 Misc : Suchitopequez
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

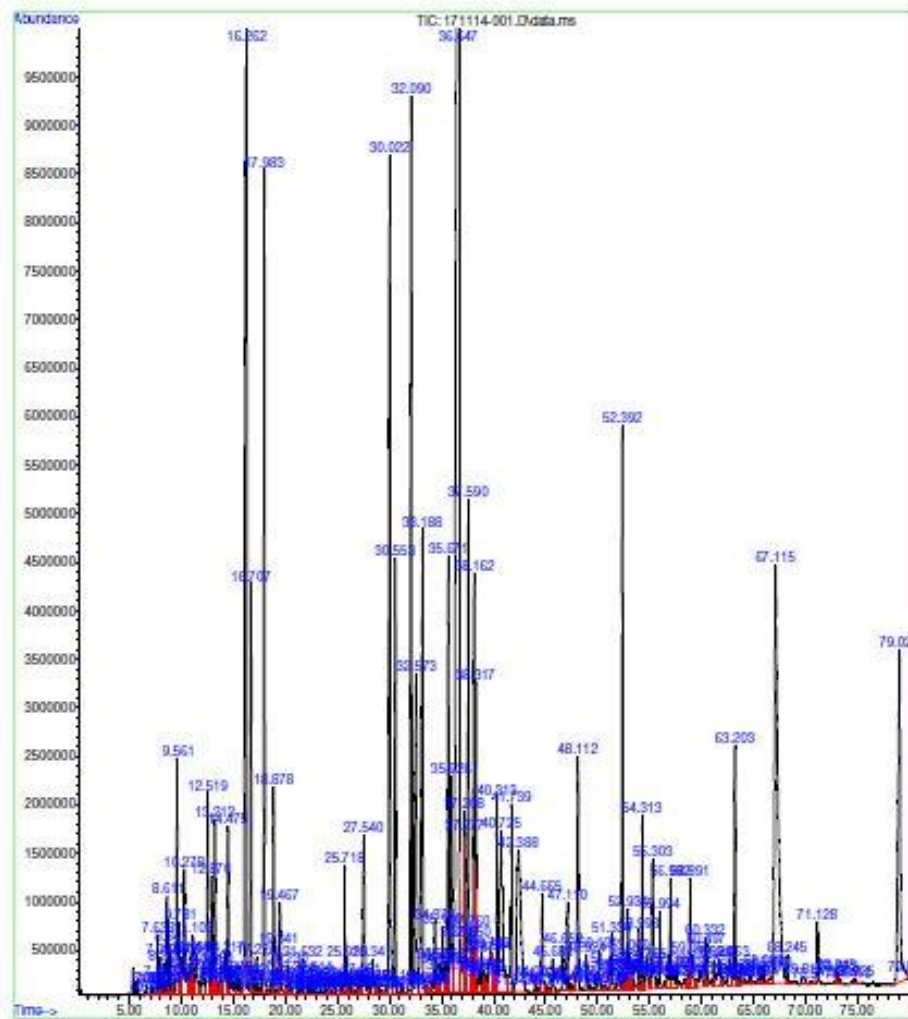
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanal	12030	000124-13-0	87
21	20.247	0.02	C:\Database\NIST05a.L 2-Dodecane, 4-methyl- 2-Methyl-2-pentyl methylphosphonofluoridate	44536 44851	056851-45-7 1000216-67-8	47 32
			Ethacene, 1-(1,2,2,3-tetramethylcyclopentyl)-, (1R-cis)-	34922	059642-07-8	27
22	23.918	0.05	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal (Z)-Hex-2-ene, 5-methyl-	19204 19202 3287	000124-19-6 000124-19-6 013151-17-2	91 83 38
23	25.728	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethan-1-yl)- Benzene, 4-ethenyl-1,2-dimethyl- o-Isopropenyltoluene	13649 13628 13602	001195-32-0 027831-13-6 007399-49-7	96 94 94
24	26.319	0.26	C:\Database\NIST05a.L 2-Tetradecane, (E)- 1-Dodecane 1-Tetradecane	54521 34946 54508	035953-53-8 000112-41-4 001120-36-1	96 95 92
25	26.892	0.04	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans- Limonene oxide, trans- 1,5-Cyclooctadiene, 1,5-dimethyl-	24071 24063 15260	006909-30-4 006909-30-4 003760-14-3	87 86 38
26	27.461	0.09	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 7-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25575 25581	002385-77-5 000141-26-4 000106-23-0	96 90 78
27	28.348	0.19	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27021	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 80
28	28.685	0.16	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cubebene .alpha.-Cubebene Copaene	59824 59823 59778	017699-14-8 017699-14-8 003856-25-5	98 98 95
29	28.948	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Cyclopentadiene, 5-(1,1-dimethylethyl)- 1,3-Cyclopentadiene, 5,5-dimethyl- 2-ethyl- 1,3-Cyclopentadiene, 5,5-dimethyl- 1-ethyl-	9748 9745 9746	035059-40-6 1000162-25-6 1000162-25-7	76 59 58
30	29.494	0.05	C:\Database\NIST05a.L Camphor Bicyclo[2.2.1]heptan-2-one, 1,7,7-trimethyl-, (1R)-	24021 24298	000076-22-2 000464-49-3	97 97

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

**Anexo 13. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja
proveniente del departamento de Escuintla a escala
laboratorio**

```

File       :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
...
\171114-001.D
Operator   : AdeM
Instrument  : GC-MSD
Acquired   : 14 Nov 2017  7:45    using AcqMethod ACEITES ESSENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja Laboratorio
Misc Info  : Escuintla
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 14. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a escala laboratorio proveniente del departamento de Escuintla

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
Data File : 171114-001.D
Title :
Acq On : 14 Nov 2017 7:45
Operator : Adem
Sample : Hoja laboratorio
Misc : Escuintla
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 - autoint1.e

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.533	0.00	C:\Database\NIST05a.L Octane Octane Oxalic acid, isohexyl pentyl ester	7421 7419 87736	000111-65-9 000111-65-9 1000309-32-8	83 76 72
2	6.665	0.02	C:\Database\NIST05a.L Acetone Acetone Acetone	208 210 211	000067-64-1 000067-64-1 000067-64-1	80 80 72
3	7.097	0.03	C:\Database\NIST05a.L Octane, 4-methyl- Heptane, 2,4-dimethyl- Hexadecane	12275 12302 76092	002216-34-4 002213-23-2 000544-76-3	74 64 59
4	7.229	0.02	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl-	12274 12283 12282	002216-33-3 002216-33-3 002216-33-3	81 74 72
5	7.361	0.01	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- 2,4-Dihydropyridine	11243 11227 5908	003073-66-3 003073-66-3 000626-03-9	60 49 49
6	7.638	0.16	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 91
7	7.861	0.06	C:\Database\NIST05a.L Tetradecane Nonane, 2-methyl- 1-Iodo-2-methylundecane	55974 18493 121771	000629-59-4 000871-83-0 073105-67-6	64 59 59
8	7.993	0.11	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl-	18528 18522 18527	015869-94-0 002051-30-1 002051-30-1	94 94 94
9	8.148	0.03	C:\Database\NIST05a.L Undecane, 3,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 3,6-dimethyl-	46119 18510 18528	017301-28-9 002051-30-1 015869-94-0	72 72 64
10	8.270	0.11	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl-	18550 18547 18520	014676-29-0 014676-29-0 007146-60-3	70 60 58
11	8.612	0.41	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 2-methyl- Octane, 3,5-dimethyl- Heptane, 2,4-dimethyl-	18497 18525 12289	000871-83-0 015869-93-9 002213-23-2	81 76 64
12	8.839	0.20	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl-	18496	005911-04-6	95

Continuación del anexo 14.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\
 Data File : 171114-001.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 7:45
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Escuintla
 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 - autoint1.e

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Nonane, 3-methyl-	18500	005911-04-6	90
			Nonane, 3-methyl-	18499	005911-04-6	87
13	9.185	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Octadecane, 1-(ethoxyloxy)-	122416	000930-02-9	80
			2-sec-Butyl-3-methyl-1-pentene	17409	075144-24-0	49
			Cyclopentane, 1,1,2-trimethyl-	6610	004259-00-1	38
14	9.276	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, propyl-	11175	001678-92-8	81
			Cyclohexane, propyl-	11180	001678-92-8	76
			Cyclohexane, propyl-	11179	001678-92-8	68
15	9.562	0.99	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane	18488	000124-18-5	97
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18487	000124-18-5	93
16	9.781	0.37	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	74
			Heptane, 3,3,5-trimethyl-	18543	007154-80-5	64
			Octane, 2,6-dimethyl-	18510	002051-30-1	64
17	9.999	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			trans-3-Decane	17332	019150-21-1	53
			1R,2c,3t,4t-Tetramethyl-cyclohexan	17437	1000144-07-3	52
			4-Decane	17317	019689-18-0	49
18	10.276	0.66	C:\Database\NIST05a.L			
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	96
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	94
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	93
19	10.613	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3,5-Cycloheptatriene	2413	000544-25-2	46
			Toluene	2395	000108-88-3	46
			Toluene	2399	000108-88-3	41
20	10.772	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	53
			3-Heptane, 4-propyl-	17366	004485-13-6	53
			Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	11237	002234-75-5	45
21	10.940	0.22	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 5-methyl-	27249	013151-35-4	74
			Nonane, 2,5-dimethyl-	27255	017302-27-1	58
			Undecane, 5,6-dimethyl-	46116	017615-91-7	53
22	11.104	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Ethylhexyl mercaptoacetate	59287	007659-86-1	72
			Nonane, 4-methyl-5-propyl-	46166	062185-55-1	72
			Heptane, 3-[(ethoxyloxy)methyl]-	27128	000103-44-6	72
23	11.441	0.32	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	74
			Nonane, 5-(1-methylpropyl)-	46171	062185-54-0	50

Continuación del anexo 14.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
Data File : 171114-001.D
Title :
Acq On : 14 Nov 2017 7:45
Operator : AdaM
Sample : Horia laboratorio
Misc : Escuintla
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 - autoint1.e

```

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
24	12.000	0.25	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, (2-methylpropyl)- Cyclohexane, (2-methylpropyl)- Cyclohexane, butyl-	17411 17406 17356	001678-98-4 001678-98-4 001678-93-9	87 83 83
25	12.519	1.04	C:\Database\NIST05a.L Undecane Undecane Undecane	27236 27239 27237	001120-21-4 001120-21-4 001120-21-4	94 93 91
26	12.869	0.47	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinane .beta.-Pinane .beta.-Pinane	15176 15175 15171	000127-91-3 000127-91-3 000127-91-3	95 94 94
27	13.078	0.10	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclobutyl tridecyl e ster Dodecane, 3,7-dimethyl- 2-Ethyl-1-dodecanol	140133 36451 67338	1000309-70-4 017312-54-8 019780-33-7	72 55 52
28	13.215	0.65	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15373 15200 15378	003387-41-5 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
29	13.410	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl- Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, tr ans- Ethanone, 1-(1-methylcyclohexyl)-	17422 11266 18108	004291-79-6 006236-88-0 002890-62-2	64 64 59
30	13.579	0.03	C:\Database\NIST05a.L p-Xylene p-Xylene p-Xylene	4947 4944 4946	000106-42-3 000106-42-3 000106-42-3	90 89 86
31	13.729	0.04	C:\Database\NIST05a.L Ethanone, 1-cyclopentyl- Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl- 4H-Pyran-4-one, 2-methoxy-6-methyl	6341 25967 17726	006004-60-0 062238-33-9 004225-42-7	43 43 38
32	13.811	0.07	C:\Database\NIST05a.L p-Xylene p-Xylene Benzene, 1,3-dimethyl-	4947 4946 4970	000106-42-3 000106-42-3 000108-38-3	93 93 93
33	13.988	0.06	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexanone, 3-butyl- 2-n-Butylacrolain trans-1,2-Diethyl cyclopentane	25571 6307 11244	039178-69-3 001070-66-2 000932-40-1	46 46 46
34	14.215	0.25	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-me	15385	068998-21-0	94

Continuación del anexo 14.

Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171114-001.D						
Title :						
Acq On : 14 Nov 2017 7:45						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja laboratorio						
Misc : Escuintla						
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 - autoint1.e						
%#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Thyl-1,3-butadienyl)-			
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tr	15369	000498-15-7	94
			1-methyl-, (1S)-			
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
35	14.475	0.68	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-	15374	028634-89-1	78
			1-(1-methylethyl)-			
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	60
36	14.875	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane, 3-methyl-	36440	001002-43-3	60
			Decane, 3,8-dimethyl-	36462	017312-55-9	60
			Oxalic acid, bis(6-ethyloct-3-yl)	161418	1000309-34-6	52
			astar			
37	15.398	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Xylene	4947	000106-42-3	50
			o-Xylene	4945	000095-47-6	50
			Benzene, 1,3-dimethyl-	4969	000108-38-3	50
38	15.703	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, pentyl-	25939	004292-92-6	90
			Cyclohexane, pentyl-	25940	004292-92-6	87
			Cyclohexane, pentyl-	25936	004292-92-6	72
39	15.894	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			17-Pentatriacontene	183898	006971-40-0	64
			2(5H)-Furanone, 5,5-dimethyl-	6213	020019-64-1	38
			Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	6609	004516-69-2	38
40	16.262	8.48	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15153	000138-86-3	91
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyle	15365	005989-54-8	90
			thenyl)-, (S)-			
41	16.708	1.48	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	98
42	17.022	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9132	000611-14-3	95
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9129	000611-14-3	95
			Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9133	000620-14-4	95
43	17.227	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15285	003779-61-1	97
			E)-			
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15282	003779-61-1	95
			E)-			
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7	15346	000508-32-7	91
			,7-trimethyl-			
44	17.550	0.02	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 14.

LISQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acasita cascara naranja cesar\
 Data File : 171114-001.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 7:45
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Escuintla
 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 - autoint1.e

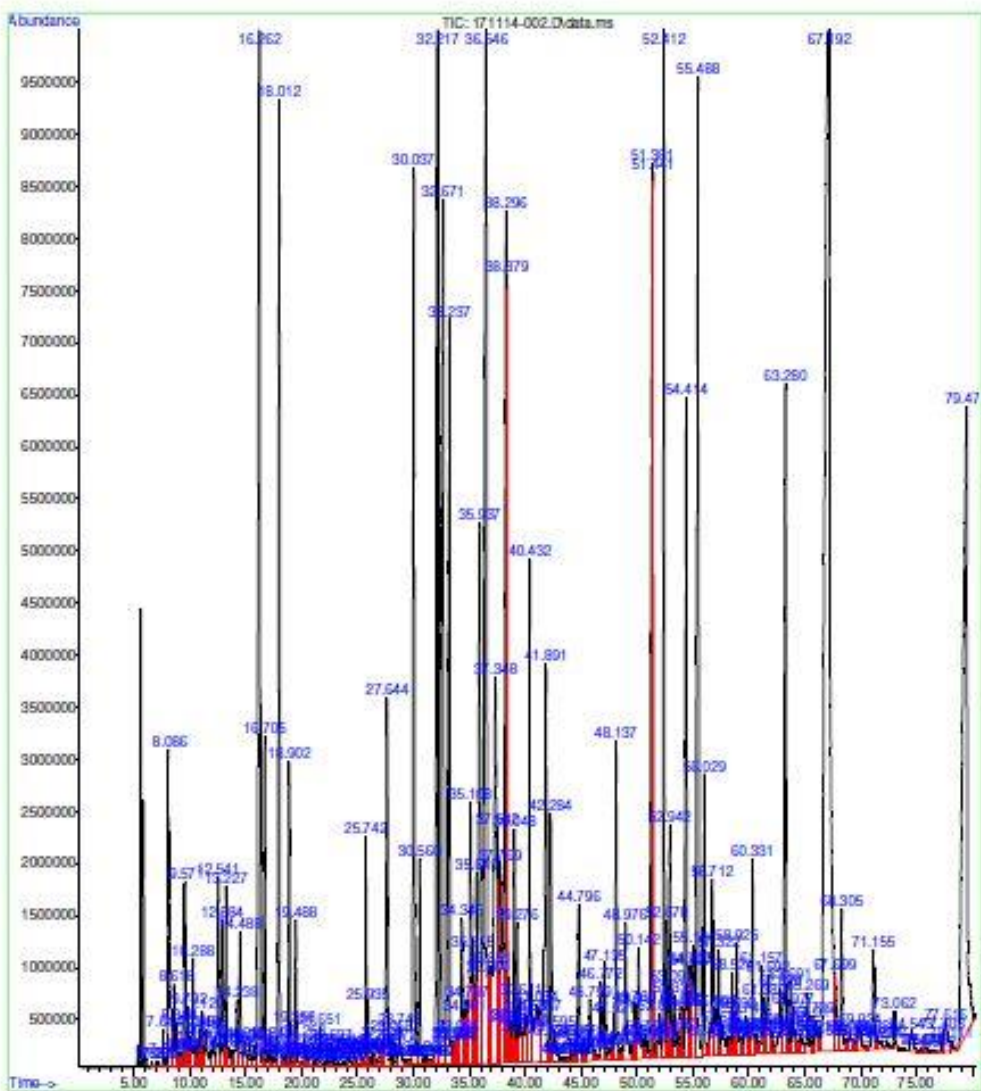
#	RT	Area	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			cis-Decalin, 2-syn-methyl-	24400	1000155-85-6	94
			Naphthalene, decahydro-2-methyl-	24412	002958-76-1	94
			1-Methyldecahydronaphthalene	24403	002958-75-0	94
45	17.982	3.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	96
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
			3-Carene	15158	013466-78-9	94
46	18.500	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9129	000611-14-3	95
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9132	000611-14-3	95
			Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9130	000620-14-4	91
47	18.732	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14426	000535-77-3	97
			}-			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4	97
			}-			
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			}-			
48	18.878	0.63	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
			}-			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4	97
			}-			
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			}-			
49	19.342	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9116	000108-67-8	97
			Benzene, 1,2,3-trimethyl-	9125	000526-73-8	97
			Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9128	000095-63-6	95
50	19.469	0.46	C:\Database\NIST05a.L			
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	97
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	97
			thylidene)-			
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97
			thylidene)-			
51	20.229	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14371	001074-43-7	94
			Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14366	001074-43-7	93
			Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14368	001074-17-5	93
52	20.356	0.04	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14370	001074-55-1	94
			Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14372	001074-55-1	76
			Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14367	001074-55-1	76
53	20.529	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1,2-diethyl-	14355	000135-01-3	95
			Benzene, 1,4-diethyl-	14353	000105-05-5	90
			Benzene, 1,4-diethyl-	14354	000105-05-5	90

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 15. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja proveniente del departamento de Santa Rosa a escala laboratorio

```

File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
...       : \171114-002.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired   : 14 Nov 2017  9:19      using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja laboratorio
Misc Info  : Santa Rosa
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 16. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a escala laboratorio proveniente del departamento de Santa Rosa

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171114-002.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 9:19
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Santa Rosa
 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 - autoint1.e

PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.660	0.00	C:\Database\NIST05a.L Acetone Acetone Acetone	208 212 210	000067-64-1 000067-64-1 000067-64-1	59 59 59
2	7.097	0.01	C:\Database\NIST05a.L Hexane, 2,3,5-trimethyl- Heptane, 2,3-dimethyl- Octane, 4-methyl-	12322 12299 12275	001069-53-0 003074-71-3 002216-34-4	72 72 68
3	7.233	0.01	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Heptane, 2,5-dimethyl-	12274 12282 12291	002216-33-3 002216-33-3 002216-30-0	90 90 72
4	7.643	0.05	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 93
5	7.870	0.02	C:\Database\NIST05a.L Tetracontane, 3,5,24-trimethyl- Decane Undecane, 3,8-dimethyl-	188551 18488 46122	055162-61-3 000124-18-5 017301-30-3	86 64 59
6	8.088	1.10	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 59
7	8.616	0.24	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 2-methyl- Octane, 3,5-dimethyl- Nonane, 2-methyl-	18497 18525 18493	000871-83-0 015869-93-9 000871-83-0	50 50 43
8	8.848	0.12	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Tridecane, 7-methyl- Octane, 3,6-dimethyl-	18496 55984 18514	005911-04-6 026730-14-3 015869-94-0	87 58 50
9	9.194	0.02	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	94 95 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	49 49 38
10	9.285	0.03	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, (1-methylethyl)- Cyclohexane, propyl-	11180 11226 11181	001678-92-8 000696-29-7 001678-92-8	55 55 55
11	9.571	0.41	C:\Database\NIST05a.L Decane Decane Decane	18488 18485 18486	000124-18-5 000124-18-5 000124-18-5	96 95 94
12	9.790	0.17	C:\Database\NIST05a.L Decane, 4-methyl-	27247	002847-72-5	90

Continuación del anexo 16.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\
 Data File : 171114-002.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 9:19
 Operator : Adem
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Santa Rosa
 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 - autoint1.a

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl es	115942	1000309-38-9	86
			tar			
			Sulfurous acid, 2-ethylhexyl nonyl	136805	1000309-19-2	59
			ester			
13	10.013	0.09	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl- 4-Decane	17428 17317	006783-92-2 019689-18-0	53 53
			Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	11233	002234-75-5	50
14	10.290	0.30	C:\Database\NIST05a.L 1S-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15185 15188 15178	007785-26-4 007785-70-8 000080-56-8	94 94 93
15	10.618	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1,3,5-Cycloheptatriene Toluene Toluene	2413 2396 2400	000544-25-2 000108-88-3 000108-88-3	38 38 38
16	10.777	0.05	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl- 3-Hexane, 3-ethyl-2,5-dimethyl- Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl-, (1. alpha., 2.beta., 3.alpha.)-	11235 17417 11280	002234-75-5 062338-08-3 001678-81-5	50 49 46
17	10.954	0.11	C:\Database\NIST05a.L Decane, 5-methyl- Nonane, 2,5-dimethyl- Undecane, 5,6-dimethyl-	27249 27255 46116	013151-35-4 017302-27-1 017615-91-7	72 58 53
18	11.122	0.22	C:\Database\NIST05a.L Decane, 2-methyl- 2-Ethylhexyl mercaptoacetate Undecane, 6-ethyl-	27245 59287 46094	006975-98-0 007659-86-1 017312-60-6	74 72 72
19	11.454	0.19	C:\Database\NIST05a.L Decane, 3-methyl- Decane, 3-methyl- Heptadecane, 8-methyl-	27251 27243 94935	013151-34-3 013151-34-3 013287-23-5	95 87 59
20	12.023	0.14	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, butyl- Cyclohexane, (2-methylpropyl)- Cyclohexane, butyl-	17356 17411 17358	001678-93-9 001678-98-4 001678-93-9	90 90 87
21	12.542	0.64	C:\Database\NIST05a.L Undecane Undecane Undecane	27236 27238 27239	001120-21-4 001120-21-4 001120-21-4	96 94 93
22	12.883	0.31	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15176 15171 15175	000127-91-3 000127-91-3 000127-91-3	95 94 94
23	13.228	0.42	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 16.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\						
Data File : 171114-002.D						
Title :						
Acq On : 14 Nov 2017 9:19						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja laboratorio						
Misc : Santa Rosa						
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 - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-	15373	003387-41-5	91
			1-(1-methylethyl)-			
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-	15379	003387-41-5	91
			1-(1-methylethyl)-			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
24	13.424	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, tr	11266	006236-88-0	64
			ans-			
			Cyclohexane, 1-methyl-3-propyl-	17418	004291-80-9	59
			Cyclohexane, 1-ethyl-2-methyl-	11246	003728-54-9	59
25	13.815	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Xylene	4946	000106-42-3	68
			o-Xylene	4953	000095-47-6	68
			Benzene, 1,3-dimethyl-	4970	000108-38-3	68
26	14.238	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-me	15385	068998-21-0	95
			thyl-1,3-butadienyl)-			
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tr	15369	000498-15-7	94
			imethyl-, (1S)-			
			3-Carene	15156	013466-78-9	94
27	14.488	0.33	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	93
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	90
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-	15374	028634-89-1	46
			1-(1-methylethyl)-			
28	14.911	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3,8-dimethyl-	36462	017312-55-9	64
			Oxalic acid, 6-ethyloct-3-yl isoha	133349	1000309-34-3	52
			xyl ester			
			Oxalic acid, 6-ethyloct-3-yl hepty	141299	1000309-34-5	52
			l ester			
29	15.365	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr	15319	000554-61-0	95
			imethyl-			
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl	15340	000586-62-9	95
			thylidene)-			
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-	15349	000099-86-5	95
			methylethyl)-			
30	15.717	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, pentyl-	25940	004292-92-6	83
			Cyclohexane, pentyl-	25939	004292-92-6	72
			Cyclohexane, hexyl-	34975	004292-75-5	64
31	15.908	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Docosane	129889	001599-57-3	41
			2-Undecane, 7-methyl-	34984	1000061-83-0	30
			3-Eicosane, (E)-	112107	074685-33-9	30
32	16.262	3.96	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15154	005989-27-5	94

Continuación del anexo 16.

=====

NIST MASS SPECTROMETER REPORT

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171114-002.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 9:19
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Santa Rosa
 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 - autoint1.e

#	RT	Area	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			D-Limonene	15162	005989-27-5 93	
			Limonene	15153	000138-86-3 91	
33	16.704	0.65	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6 99	
			Eucalyptol	25508	000470-82-6 99	
			Eucalyptol	25507	000470-82-6 97	
34	17.031	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9130	000620-14-4 94	
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9132	000611-14-3 94	
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9129	000611-14-3 94	
35	17.245	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1 97	
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1 95	
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15280	003779-61-1 93	
36	17.581	0.03	C:\Database\NIST05a.L cis-Decalin, 2-syn-methyl-	24400	1000155-85-6 92	
			Naphthalene, decahydro-2-methyl-	24413	002958-76-1 90	
			trans-Decalin, 2-methyl-	24398	1000152-47-3 86	
37	18.014	2.20	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7 96	
			3-Carene	15157	013466-78-9 94	
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4 94	
38	18.523	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9124	000108-67-8 76	
			Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9130	000620-14-4 76	
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9132	000611-14-3 76	
39	18.750	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14427	000535-77-3 97	
			Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14426	000535-77-3 97	
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6 95	
40	18.901	0.52	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6 97	
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4 97	
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4 97	
41	19.210	0.01	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15334	000586-62-9 95	
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0 93	

Continuación del anexo 16.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171114-002.D
 Title :
 Acq On : 14 Nov 2017 9:10
 Operator : Adm
 Sample : Hoja Laboratorio
 Misc : Santa Rosa
 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 - autoint1.e

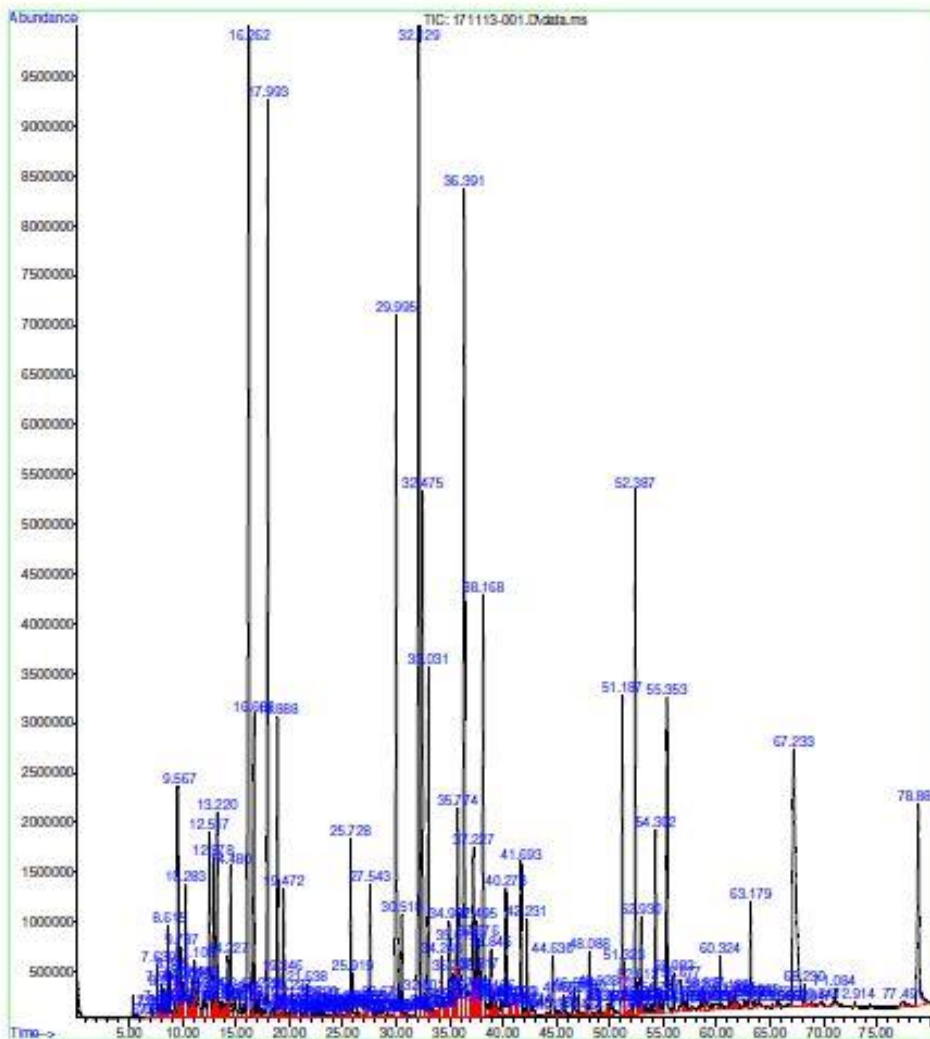
PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-methyl- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tri- methyl-	15322	000554-61-0	90
42	19.355	0.07	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9125 9116 9128	000526-73-8 000108-67-8 000095-63-6	97 95 95
43	19.487	0.33	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- ethylidene)- (+)-4-Carene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- ethylidene)-	15340 15169 15339	000586-62-9 029050-33-7 000586-62-9	98 97 96
44	19.897	0.02	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, (1-methylethyl)- Cyclohexane, (1-methylethyl)- Cyclohexane, (1-methylpropyl)-	11229 11230 17405	000696-29-7 000696-29-7 007058-01-7	43 43 38
45	20.252	0.07	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14371 14366 14368	001074-43-7 001074-43-7 001074-17-5	94 93 87
46	20.379	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14370 14367 14373	001074-55-1 001074-55-1 001074-55-1	90 55 55
47	20.547	0.01	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,4-diethyl- Benzene, 1,2-diethyl- Benzene, 1,4-diethyl-	14353 14355 14354	000105-05-5 000135-01-3 000105-05-5	93 92 91
48	20.656	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, butyl- Benzene, butyl- Benzene, butyl-	14337 14341 14340	000104-51-8 000104-51-8 000104-51-8	94 94 87
49	21.139	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl- Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl- Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl-	14398 14389 14396	000934-74-7 001758-88-9 000934-74-7	97 95 95
50	21.361	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(2-methylpropyl- 1)- 4-Methylphenyl acetone Benzene, (1-methylbutyl)-	21929 21745 21897	005161-04-6 002096-86-8 002719-52-0	64 49 47
51	21.653	0.09	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9124 9125 9116	000108-67-8 000526-73-8 000108-67-8	60 60 60

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

**Anexo 17. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja
proveniente del departamento de Suchitepéquez a escala
laboratorio**

```

File       :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceita cascara naranja cesar
...       :171113-001.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired   : 13 Nov 2017  8:22      using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja laboratorio
Misc Info  : Suchitepequez
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 18. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a escala laboratorio proveniente del departamento de Suchitepéquez

LIGA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171113-001.D
 Title :
 Acq On : 13 Nov 2017 8:22
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Suchitepaquaz
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.655	0.01	C:\Database\NIST05a.L Methyl Isobutyl Ketone Formic acid, chloro-, (3,4,4-trimethyl-1,2-dioxetan-3-yl)methyl ester Manganese(II) acetate	3785 53078 38574	000108-10-1 107323-92-2 006156-78-1	50 38 37
2	7.097	0.04	C:\Database\NIST05a.L Dodecane, 5-methyl- Octane, 4-methyl- Octane, 4-methyl-	46097 12275 12272	017453-93-9 002216-34-4 002216-34-4	64 64 64
3	7.229	0.02	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl-	12282 12274 12283	002216-33-3 002216-33-3 002216-33-3	91 87 74
4	7.351	0.01	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl- Cyclohexane, 1,1,3-trimethyl-	11243 11227 11241	003073-66-3 003073-66-3 003073-66-3	78 64 64
5	7.638	0.21	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 81
6	7.861	0.08	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,5-dimethyl- Hexadecane Undecane, 3,8-dimethyl-	18511 76092 46122	015869-93-9 000544-76-3 017301-30-3	68 64 53
7	7.997	0.14	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl-	18528 18527 18522	015869-94-0 002051-30-1 002051-30-1	94 94 94
8	8.156	0.04	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,6-dimethyl- Ether, hexyl pentyl 3-Ethyl-3-methylheptane	18528 37797 18530	015869-94-0 032357-83-8 017302-01-1	64 64 53
9	8.270	0.14	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,3-dimethyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl-	18520 18550 18521	007146-60-3 014676-29-0 007146-60-3	64 58 50
10	8.616	0.54	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,5-dimethyl- Octane, 2,5-dimethyl- Decane	18525 18509 18486	015869-93-9 015869-89-3 000124-18-5	76 76 74
11	8.843	0.26	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl-	18496 18500 18499	005911-04-6 005911-04-6 005911-04-6	93 90 81
12	9.189	0.08	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 18.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171113-001.D						
Title :						
Acq On : 13 Nov 2017 8:22						
Operator : AdmM						
Sample : Hoja laboratorio						
Misc : Suchitapaquaz						
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-Heptadecanol	96333	001454-85-9	58
			3-Hexene, 2,2,5,5-tetramethyl-, (Z)-	17438	000692-47-7	38
			Cyclopentane, 1-methyl-2-propyl-	11251	003728-57-2	38
13	9.280	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, propyl-	11179	001678-92-8	87
			Cyclohexane, propyl-	11180	001678-92-8	83
			Cyclohexane, propyl-	11175	001678-92-8	72
14	9.567	1.35	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane	18488	000124-18-5	97
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	94
15	9.785	0.51	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	74
			Sulfurous acid, 2-ethylhexyl nonyl ester	136805	1000309-19-2	53
			Decane, 2,6,7-trimethyl-	46146	062108-25-2	53
16	10.003	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			cis-3-Decane	17331	019398-86-8	60
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	58
			trans-3-Decane	17337	019150-21-1	53
17	10.285	0.96	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	93
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	93
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	90
18	10.617	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Toluene	2395	000108-88-3	35
			Toluene	2399	000108-88-3	35
			Toluene	2397	000108-88-3	25
19	10.772	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Heptene, 4-propyl-	17366	004485-13-6	60
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	53
			3-Hexene, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	17417	062338-08-3	53
20	10.940	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 5-methyl-	27249	013151-35-4	74
			Decane, 5-methyl-	27244	013151-35-4	52
			Undecane, 5,6-dimethyl-	46116	017615-91-7	47
21	11.109	0.57	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27242	002847-72-5	76
			1-Decene, 4-methyl-	25929	013151-29-6	70
			Decane, 2-methyl-	27245	006975-98-0	68
22	11.445	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	95
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Nonane, 5-(1-methylpropyl)-	46171	062185-54-0	53

Continuación del anexo 18.

APEX LIBRARY SEARCH REPORT

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja osar\
 Data File : 171113-001.D
 Title :
 Acq On : 13 Nov 2017 8:22
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Suchitapaquez
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
23	12.014	0.34	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, butyl- Cyclohexane, (2-methylpropyl)- Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17358 17415 17412	001678-93-9 001678-98-4 001678-98-4	83 80 80
24	12.510	1.46	C:\Database\NIST05a.L Undecane Undecane Undecane	27236 27237 27240	001120-21-4 001120-21-4 001120-21-4	94 91 87
25	12.878	0.87	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15176 15171 15175	000127-91-3 000127-91-3 000127-91-3	95 94 94
26	13.092	0.13	C:\Database\NIST05a.L 1-Undecane Oxalic acid, cyclobutyl hexadecyl ester Oxalic acid, cyclobutyl heptadecyl ester	25904 160546 165833	000821-95-4 1000309-70-6 1000309-70-7	55 52 49
27	13.210	1.05	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- Cyclohexane, 4-methylene-1-(1-meth ylethyl)-	15200 15378 15324	000555-10-2 003387-41-5 000099-84-3	91 91 91
28	13.397	0.12	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,3-dimethyl-, trans- Ethanone, 1-(1-methylcyclohexyl)- Cyclopentane, 1-hydroxymethyl-1,3- dimethyl-	6636 18108 12253	002207-03-6 002890-62-2 1000156-73-8	70 64 59
29	13.815	0.15	C:\Database\NIST05a.L p-Xylene p-Xylene Benzene, 1,3-dimethyl-	4947 4946 4970	000106-42-3 000106-42-3 000108-38-3	91 91 91
30	14.002	0.07	C:\Database\NIST05a.L trans-1,3-Diethylcyclopentane Cyclohexane, 1-ethyl-2-methyl- Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl-	11222 11246 17422	1000113-87-1 003728-54-9 004291-79-6	46 46 45
31	14.229	0.49	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-me thyl-1,3-butadienyl)- Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tr imethyl-, (1S)- 3-Carene	15385 15369 15157	068998-21-0 000498-15-7 013466-78-9	97 95 95
32	14.479	0.85	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl- 1-(1-methylethyl)-	15180 15177 15374	000123-35-3 000123-35-3 028634-89-1	90 76 47

Continuación anexo 18

L1QA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acasite cascara naranja cesar\
 Data File : 171113-001.D
 Title :
 Acq On : 13 Nov 2017 8:22
 Operator : Adem
 Sample : Hoja laboratorio
 Misc : Suchitopequez
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
33	14.875	0.27	C:\Database\NIST05a.L Decane, 3,8-dimethyl- Oxalic acid, bis(6-ethyloct-3-yl) ester Undecane, 3-methyl-	36462 161418 36440	017312-55-9 50 1000309-34-6 46 001002-43-3 43	
34	15.348	0.19	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319 15340 15317	000554-61-0 97 000586-62-9 96 000554-61-0 96	
35	15.694	0.13	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, undecyl-	25939 25940 84045	004292-92-6 87 004292-92-6 87 054105-66-7 72	
36	16.262	10.08	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene D-Limonene D-Limonene	15164 15165 15162	005989-27-5 95 005989-27-5 93 005989-27-5 93	
37	16.690	1.53	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25508 25509 25507	000470-82-6 99 000470-82-6 99 000470-82-6 97	
38	17.017	0.11	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-3-methyl- Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9130 9132 9133	000620-14-4 97 000611-14-3 95 000620-14-4 95	
39	17.226	0.14	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- .alpha.-Pinene	15282 15285 15178	003779-61-1 95 003779-61-1 95 000080-56-8 90	
40	17.559	0.03	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, decahydro-2-methyl-1-methyldecahydronaphthalene trans-Decalin, 2-methyl-	24413 24403 24396	002958-76-1 93 002958-75-0 89 1000152-47-3 89	
41	17.995	5.63	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)- 3-Carene 1S-.alpha.-Pinene	15369 15157 15185	000498-15-7 96 013466-78-9 94 007785-26-4 94	
42	18.509	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9129 9130 9123	000611-14-3 94 000620-14-4 94 000108-67-8 91	

Continuación del anexo 18.

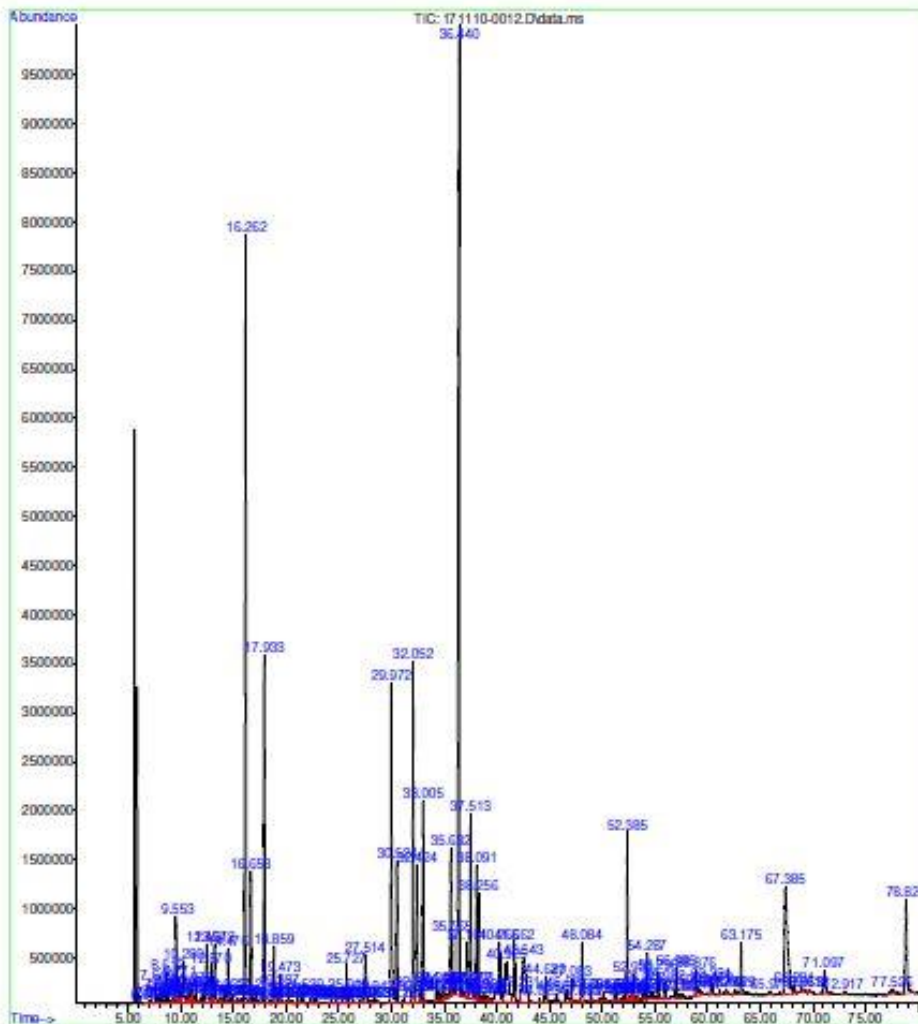
LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\						
Data File : 171113-001.D						
Title :						
Acq On : 13 Nov 2017 8:22						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja laboratorio						
Misc : Suchitapaquez						
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
43	18.737	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-)-	14426 14430 14425	000535-77-3 000527-84-4 000099-87-6	97 95 95
44	18.887	1.35	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-)-	14428 14430 14425	000527-84-4 000527-84-4 000099-87-6	97 97 97
45	19.196	0.01	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- Cyclopentane, 3-isopropenyl-5,5-di- methyl-	15169 15340 15308	029050-33-7 000586-62-9 1000162-25-4	93 91 90
46	19.346	0.19	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9125 9118 9128	000526-73-8 000108-67-8 000095-63-6	97 95 95
47	19.474	0.78	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- (+)-4-Carene Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)-	15340 15169 15339	000586-62-9 029050-33-7 000586-62-9	98 96 96
48	20.238	0.17	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-3-isopropyl- Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14371 14366 14368	001074-43-7 001074-43-7 001074-17-5	94 93 90
49	20.365	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14368 14370 14367	001074-17-5 001074-55-1 001074-55-1	93 89 76
50	20.538	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,4-diethyl- Benzene, 1,2-diethyl- Benzene, 1,4-diethyl-	14353 14355 14354	000105-05-5 000135-01-3 000105-05-5	95 94 94
51	20.643	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, butyl- Benzene, butyl- Benzene, butyl-	14341 14340 14338	000104-51-8 000104-51-8 000104-51-8	91 90 90
52	21.125	0.08	C:\Database\NIST05a.L			

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

**Anexo 19. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja
proveniente del departamento de Escuintla a escala planta
piloto**

```

File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
           : \171110-0012.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired   : 11 Nov 2017  6:22   using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja planta
Misc Info  : Escuintla
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 20. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a escala planta piloto proveniente del departamento de Escuintla

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0012.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 6:22
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Escuintla
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.665	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Acetone	211	000067-64-1	52
			Acetone	208	000067-64-1	50
			Acetone	210	000067-64-1	50
2	7.097	0.04	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 4-methyl-	12275	002216-34-4	76
			Octane, 4-methyl-	12272	002216-34-4	64
			Nonane	12267	000111-84-2	58
3	7.229	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 3-methyl-	12282	002216-33-3	91
			Octane, 3-methyl-	12274	002216-33-3	91
			Heptane, 2,5-dimethyl-	12305	002216-30-0	72
4	7.638	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonane	12268	000111-84-2	95
			Nonane	12267	000111-84-2	94
			Nonane	12269	000111-84-2	81
5	7.866	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27237	001120-21-4	59
			Octane, 3,5-dimethyl-	18511	015869-93-9	58
			Oxalic acid, isobutyl nonyl ester	106733	1000309-37-4	58
6	7.997	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 2,6-dimethyl-	18527	002051-30-1	94
			Octane, 2,6-dimethyl-	18522	002051-30-1	94
			Octane, 2,6-dimethyl-	18510	002051-30-1	91
7	8.152	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 3,6-dimethyl-	18528	015869-94-0	93
			Octane, 2,3,6-trimethyl-	27262	062016-33-5	72
			Sulfurous acid, 2-ethylhexyl pentyl ester	101072	1000309-18-9	64
8	8.270	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Oxirane, [(dodecyloxy)methyl]-	86765	002461-18-9	47
			Octane, 2,3-dimethyl-	18520	007146-60-3	47
			Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18547	014676-29-0	47
9	8.612	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 2,5-dimethyl-	18509	015869-89-3	76
			Decane	18485	000124-18-5	74
			Decane	18486	000124-18-5	72
10	8.844	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonane, 3-methyl-	18496	005911-04-6	93
			Nonane, 3-methyl-	18500	005911-04-6	90
			Nonane, 3-methyl-	18499	005911-04-6	81
11	9.189	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptafluorobutyric acid, n-tridecyl ester	170021	1000216-78-9	52
			1-Heptadecanol	96332	001454-85-9	49
			Cyclopentane, 1,1-dimethyl-	3324	001638-26-2	43

Continuación del anexo 20.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0012.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 6:22						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja planta						
Misc : Escuintla						
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
12	9.280	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, propyl-	11175	001678-92-8	87
			Cyclohexanone, 2,3-dimethyl-	11061	013395-76-1	83
			Cyclohexane, propyl-	11180	001678-92-8	83
13	9.553	1.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane	18488	000124-18-5	96
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	91
14	9.771	0.37	C:\Database\NIST05a.L			
			Octane, 2,6-dimethyl-	18510	002051-30-1	72
			Sulfurous acid, 2-ethylhexyl nonyl	136805	1000309-19-2	53
			aster			
			Octane, 2,3,7-trimethyl-	27259	062016-34-6	50
15	9.994	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	64
			Cyclooctane, methyl-	11177	001502-38-1	53
			1R,2c,3t,4t-Tetramethyl-cyclohexan	17437	1000144-07-3	49
16	10.281	0.66	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	94
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-tri-	15376	002437-95-8	93
			methyl-, (4/-)-			
			.alpha.-Pinene	15182	000080-56-8	93
17	10.617	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Toluene	2400	000108-88-3	64
			Toluene	2397	000108-88-3	64
			Toluene	2398	000108-88-3	64
18	10.763	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Hexane, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	17417	062338-08-3	49
			Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	11235	002234-75-5	46
			Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	6609	004516-69-2	46
19	10.904	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 5-methyl-	27249	013151-35-4	74
			Decane, 5-methyl-	27244	013151-35-4	52
			Undecane, 5,6-dimethyl-	46116	017615-91-7	47
20	11.077	0.39	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 2,3,5,8-tetramethyl-	55994	192823-15-7	80
			Decane, 2-methyl-	27246	006975-98-0	68
			Heptane, 2,6-dimethyl-	12297	001072-05-5	64
21	11.400	0.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	74
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	68
			Nonane, 5-(1-methylpropyl)-	46171	062185-54-0	59
22	11.996	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17406	001678-98-4	80
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17411	001678-98-4	80
			Cyclohexane, butyl-	17358	001678-93-9	72

Continuación del anexo 20.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\						
Data File : 171110-0012.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 6:22						
Operator : Adm						
Sample : Hoja planta						
Misc : Escuintla						
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
23	12.455	1.04	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27236	001120-21-4	96
			Undecane	27239	001120-21-4	95
			Undecane	27238	001120-21-4	95
24	12.869	0.47	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	95
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
25	13.042	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclooctane, 1,4-dimethyl-, cis-	17424	013151-99-0	60
			Pentafluoropropionic acid, hexadecyl ester	167697	006222-07-7	53
			Pentafluoropropionic acid, pentadecyl ester	162869	1000280-07-5	49
26	13.215	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	94
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	91
			Cyclohexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324	000099-84-3	91
27	13.688	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Ethyl-2,2,6-trimethylcyclohexane	25974	071186-27-1	46
			1-Decanol, 2-hexyl-	86864	002425-77-6	41
			2-Hexyl-1-octanol	67337	019780-79-1	38
28	13.820	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Xylene	4944	000106-42-3	93
			p-Xylene	4947	000106-42-3	92
			p-Xylene	4946	000106-42-3	92
29	14.220	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	96
			3-Carene	15157	013466-78-9	95
			3-Carene	15156	013466-78-9	95
30	14.475	0.65	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	70
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	64
			Pyridine, 2-propyl-	9271	000622-39-9	59
31	14.843	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			2H-Pyran-2-one, 4-hydroxy-3,6-dimethyl-	17736	005192-62-1	25
			Sulfurous acid, butyl dacyl ester	110482	1000309-17-7	22
			Sulfurous acid, dacyl 2-propyl ester	101070	1000309-12-1	22
32	15.339	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	96
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15340	000586-62-9	95

Continuación del anexo 20.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja casar\
Data File : 171110-0012.D
Title :
Acq On : 11 Nov 2017 6:22
Operator : Adm
Sample : Hoja planta
Misc : Escuintla
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

```

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15349	000099-86-5	95
33	15.644	0.05	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, 2-propenyl-	25939 25936 10321	004292-92-6 004292-92-6 002114-42-3	87 64 64
34	16.262	11.39	C:\Database\NIST05a.L Limonene D-Limonene D-Limonene	15154 15164 15162	000138-86-3 005989-27-5 005989-27-5	83 50 50
35	16.654	1.49	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25509 25508 25507	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	99 99 95
36	17.013	0.09	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9129 9132 9130	000611-14-3 000611-14-3 000620-14-4	95 95 95
37	17.213	0.13	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282 15285 15280	003779-61-1 003779-61-1 003779-61-1	96 94 93
38	17.536	0.02	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, decahydro-2-methyl- Naphthalene, decahydro-2-methyl- Decalin, syn-1-methyl-, cis-	24413 24412 24405	002958-76-1 002958-76-1 1000158-89-1	70 64 64
39	17.932	4.18	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)- Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15359 15385 15355	000498-15-7 068998-21-0 000099-85-4	97 95 95
40	18.495	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9129 9130 9128	000611-14-3 000620-14-4 000095-63-6	94 94 91
41	18.714	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14429 14428	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 95 95

Continuación del anexo 20.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
Data File : 171110-0012.D
Title :
Acq On : 11 Nov 2017 6:22
Operator : AdeM
Sample : Hoja planta
Misc : Escuintla
ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

```

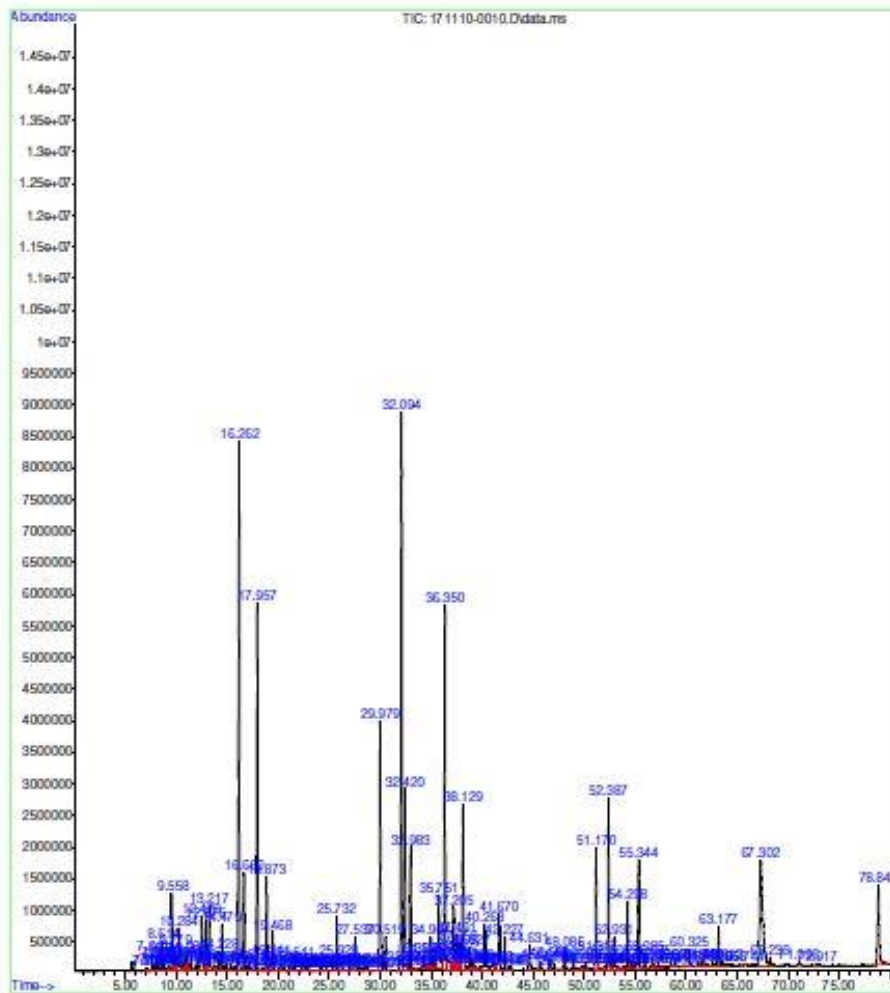
#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
42	18.860	0.61	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-67-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14426	000535-77-3	95
43	19.337	0.16	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl-	9125	000526-73-8	97
			Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9124	000108-67-8	97
			Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9128	000095-63-6	95
44	19.474	0.46	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15340	000586-62-9	96
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	95
45	20.233	0.12	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14368	001074-17-5	93
			Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14366	001074-43-7	93
			Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14371	001074-43-7	93
46	20.356	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14373	001074-55-1	81
			Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14370	001074-55-1	81
			Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14368	001074-17-5	81
47	20.638	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, butyl-	14338	000104-51-8	91
			Benzene, butyl-	14341	000104-51-8	91
			Benzene, butyl-	14339	000104-51-8	91
48	21.125	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	95
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4	95
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	94
49	21.448	0.08	C:\Database\NIST05a.L 5-Hexen-2-one, 6-methyl-	11033	000110-93-0	81
			5-Hexen-2-one, 6-methyl-	11034	000110-93-0	45
			5-Hexen-2-one, 6-methyl-	11018	000110-93-0	43
50	21.639	0.16	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9116	000108-67-8	70
			Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9124	000108-67-8	70
			Benzene, 1,2,3-trimethyl-	9125	000526-73-8	70
51	22.317	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl-	14402	001758-88-9	97
			Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-	14390	000874-41-9	95

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

**Anexo 21. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja
proveniente del departamento de Santa Rosa a escala planta
piloto**

```

File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
...       : \171110-0010.D
Operator  : Adam
Instrument : GC-MSD
Acquired  : 11 Nov 2017  3:28      using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja planta
Misc Info : Santa Rosa
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 22. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a planta piloto proveniente del departamento de Santa Rosa

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0010.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 3:28
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.a

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.101	0.03	C:\Database\NIST05a.L Hexane, 2,3,5-trimethyl- Octane, 4-methyl- Octane	12313 12279 7420	001069-53-0 002216-34-4 000111-65-9	64 62 59
2	7.229	0.02	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Heptane, 2,5-dimethyl- Octane, 3-methyl-	12274 12305 12282	002216-33-3 002216-30-0 002216-33-3	90 87 87
3	7.642	0.20	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 94
4	7.870	0.07	C:\Database\NIST05a.L Tetracontane, 3,5,24-trimethyl- Tetradecane Hexadecane	188551 55974 75092	055162-61-3 000629-59-4 000544-76-3	90 72 64
5	7.997	0.13	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 2,6-dimethyl- Octane, 3,6-dimethyl-	18522 18527 18528	002051-30-1 002051-30-1 015869-94-0	94 94 93
6	8.152	0.04	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl- Octane, 2,6-dimethyl-	18528 18500 18527	015869-94-0 005911-04-6 002051-30-1	93 87 83
7	8.275	0.13	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18547 18520 18550	014676-29-0 007146-60-3 014676-29-0	64 58 50
8	8.616	0.49	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3,5-dimethyl- Nonane, 2-methyl- Hydroxylamine, O-dacyl-	18511 18497 38431	015869-93-9 000871-83-0 029812-79-1	72 68 64
9	8.843	0.23	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl-	18498 18500 18499	005911-04-6 005911-04-6 005911-04-6	93 81 81
10	9.198	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, 1,1-dimethyl- Cyclohexanone, 2,3-dimethyl- Cyclopentane, butyl-	3324 11061 11173	001638-26-2 013395-76-1 002040-95-1	43 41 38
11	9.285	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl- Cyclohexane, propyl-	11175 11179 11180	001678-92-8 001678-92-8 001678-92-8	81 74 68
12	9.557	1.28	C:\Database\NIST05a.L Decane	18488	000124-18-5	96

Continuación del anexo 22.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0010.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 3:28						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja planta						
Misc : Santa Rosa						
ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	90
13	9.780	0.45	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	74
			Decane, 4-methyl-	27247	002847-72-5	72
			Decane, 4-methyl-	27242	002847-72-5	72
14	9.999	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	58
			1R,2c,3t,4t-Tetramethyl-cyclohexane	17437	1000144-07-3	49
			Cyclooctane, methyl-	11177	001502-38-1	45
15	10.285	0.87	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (4/-)-	15376	002437-95-8	94
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	94
16	10.617	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			Toluene	2395	000108-88-3	46
			Toluene	2399	000108-88-3	41
			Toluene	2400	000108-88-3	41
17	10.767	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	11235	002234-75-5	50
			Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl-	6614	004516-69-2	49
			3-Hexene, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	17417	062338-08-3	49
18	10.918	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 5-methyl-	27249	013151-35-4	74
			Undecane, 5,6-dimethyl-	46116	017615-91-7	53
			Decane, 5-methyl-	27244	013151-35-4	52
19	11.086	0.49	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Ethylhexyl mercaptoacetate	59287	007659-86-1	64
			Nonane, 4-methyl-5-propyl-	46166	062185-55-1	64
			Decane, 2-methyl-	27245	006975-98-0	60
20	11.413	0.39	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	95
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	87
			Heptadecane, 8-methyl-	94935	013287-23-5	59
21	12.005	0.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, butyl-	17358	001678-93-9	83
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17412	001678-98-4	83
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17406	001678-98-4	80
22	12.478	1.33	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27236	001120-21-4	97
			Undecane	27239	001120-21-4	93
			Undecane	27237	001120-21-4	91
23	12.873	0.80	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	95
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94

Continuación del anexo 22.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0010.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 3:28
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15384	018172-67-3	91
24	13.060	0.13	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1,2,3-trimethyl- Oxalic acid, cyclobutyl hexadecyl ester 1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl-	11228 160546 77416	001678-97-3 1000309-70-6 006750-34-1	84 74 62
25	13.219	1.08	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Cyclohexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15200 15379 15324	000555-10-2 003387-41-5 000099-84-3	94 91 91
26	13.710	0.06	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl- Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl- Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-, (1.alpha.,2.beta.,4.beta.)-	25581 25967 11275	000106-23-0 062238-33-9 007667-60-9	49 49 38
27	13.824	0.09	C:\Database\NIST05a.L p-Xylene Benzene, 1,3-dimethyl- o-Xylene	4944 4970 4952	000106-42-3 000108-38-3 000095-47-6	83 64 64
28	14.229	0.53	C:\Database\NIST05a.L Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)- 3-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15385 15157 15369	068998-21-0 013466-78-9 000498-15-7	95 95 95
29	14.479	0.75	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15180 15177 15171	000123-35-3 000123-35-3 000127-91-3	90 76 42
30	14.852	0.23	C:\Database\NIST05a.L 2H-Pyran-2-one, 4-hydroxy-3,6-dimethyl- Undecane, 2,3-dimethyl- Undecane, 3-methyl-	17736 46107 36448	005192-62-1 017312-77-5 001002-43-3	38 27 27
31	15.348	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15349 15340 15319	000099-86-5 000586-62-9 000554-61-0	97 97 97
32	15.657	0.12	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, pentyl- Cyclohexane, 2-propenyl-	25940 25939 10331	004292-92-6 004292-92-6 002114-42-3	83 72 59

Continuación del anexo 22.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0010.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 3:28						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja planta						
Misc : Santa Rosa						
ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
33	16.262	10.81	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thanyl)-, (S)- D-Limonene D-Limonene	15365 15164 15162	005989-54-8 005989-27-5 005989-27-5	89 86 83
34	16.658	1.43	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25508 25509 25507	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	99 99 97
35	17.017	0.11	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9129 9130 9133	000611-14-3 000620-14-4 000620-14-4	95 95 94
36	17.222	0.12	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285 15282 15280	003779-61-1 003779-61-1 003779-61-1	97 95 93
37	17.545	0.02	C:\Database\NIST05a.L Naphthalene, decahydro-2-methyl- trans-Decalin, 2-methyl- cis-Decalin, 2-syn-methyl-	24413 24396 24400	002958-76-1 1000152-47-3 1000155-85-6	91 90 90
38	17.959	5.91	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-tri- methyl-, (1S)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methyl-ethyl)- 3-Carene	15369 15355 15157	000498-15-7 000099-85-4 013466-78-9	97 95 95
39	18.509	0.05	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-2-methyl- Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9132 9129 9133	000611-14-3 000611-14-3 000620-14-4	93 87 87
40	18.732	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14428 14425 14426	000527-84-4 000099-87-6 000535-77-3	97 97 97
41	18.873	1.28	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14425 14430 14426	000099-87-6 000527-84-4 000535-77-3	97 97 95

Continuación del anexo 22.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0010.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 3:28
 Operator : AdsM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Santa Rosa
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0
 Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

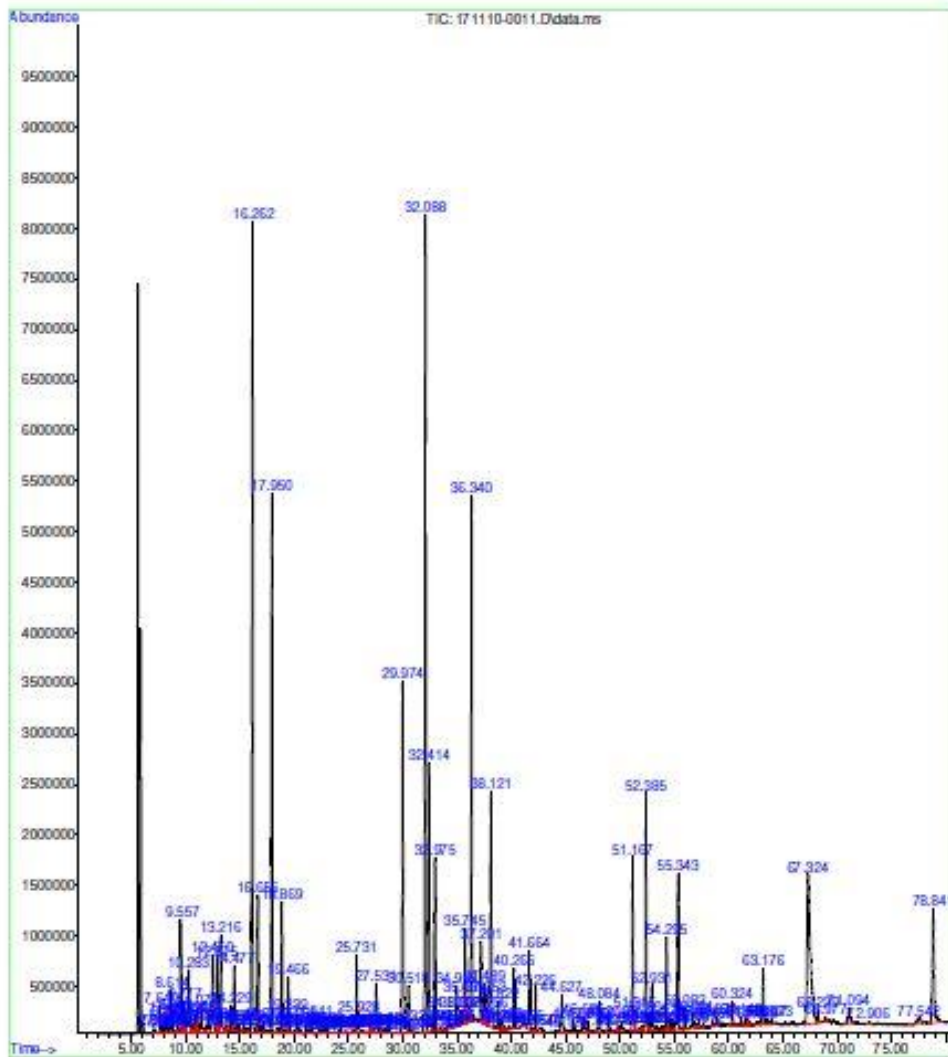
PK#	RT	Area#	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
42	19.342	0.18	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9125 9116 9128	000526-73-8 000108-67-8 000095-63-6	97 95 95
43	19.469	0.71	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- (+)-4-Carene	15340 15338 15169	000586-62-9 000586-62-9 029050-33-7	98 97 96
44	20.238	0.13	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14366 14371 14369	001074-43-7 001074-43-7 001074-43-7	93 90 83
45	20.365	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-4-propyl-	14367 14373 14372	001074-55-1 001074-55-1 001074-55-1	76 76 76
46	20.638	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, butyl- Benzene, butyl- Benzene, butyl-	14337 14338 14341	000104-51-8 000104-51-8 000104-51-8	94 91 91
47	21.129	0.08	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl-)- Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl- Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl-	14421 14396 14391	000535-77-3 000934-74-7 000934-74-7	95 95 95
48	21.352	0.06	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 4-phenyl-, (E)- Benzene, (1-methylbutyl)- Benzene, 1-methyl-4-(2-methylpropyl- 1)-	21780 21888 21929	1000163-70-9 002719-52-0 005161-04-6	38 38 38
49	21.643	0.19	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl- Benzene, 1,2,3-trimethyl-	9116 9124 9125	000108-67-8 000108-67-8 000526-73-8	70 70 70
50	22.093	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl- 1)- Benzene, (1,1-dimethylpropyl)- Benzene, (1,1-dimethylpropyl)-	21930 21915 21914	001595-16-0 002049-95-8 002049-95-8	91 80 72
51	22.316	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl- Benzene, 2-ethyl-1,4-dimethyl- Benzene, 1-ethyl-3,5-dimethyl-	14389 14402 14391	001758-88-9 001758-88-9 000934-74-7	97 97 95
52	22.630	0.10	C:\Database\NIST05a.L			

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

**Anexo 23. Cromatograma del aceite esencial de hojas de naranja
proveniente del departamento de Suchitepéquez a escala
planta piloto**

```

File       : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar
           : \171110-0011.D
Operator   : AdaM
Instrument : GC-MSD
Acquired   : 11 Nov 2017  4:55      using AcqMethod ACRITES ESENCIALES MCS DB-MAX SCAN 2.M
Sample Name: Hoja planta
Misc Info  : Suchitepaquez
    
```



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

Anexo 24. Base de datos para la identificación de los componentes mayoritarios del aceite esencial de hojas de naranja a escala planta piloto proveniente del departamento de Suchitepéquez

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0011.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 4:55
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Suchitepequez
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.097	0.04	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2-methyl- Heptane, 2,3-dimethyl- Undecane, 4,7-dimethyl-	12277 12299 46112	003221-61-2 003074-71-3 017301-32-5	72 72 64
2	7.229	0.03	C:\Database\NIST05a.L Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl- Octane, 3-methyl-	12282 12274 12283	002216-33-3 002216-33-3 002216-33-3	91 90 87
3	7.638	0.22	C:\Database\NIST05a.L Nonane Nonane Nonane	12268 12267 12269	000111-84-2 000111-84-2 000111-84-2	95 94 81
4	7.861	0.08	C:\Database\NIST05a.L Decane Decane, 2,6,7-trimethyl- Tetradecane	18488 46146 55974	000124-18-5 062108-25-2 000629-59-4	72 59 59
5	7.997	0.14	C:\Database\NIST05a.L Octane, 2,6-dimethyl- Nonane, 3-methyl- Octane, 2,6-dimethyl-	18527 18499 18522	002051-30-1 005911-04-6 002051-30-1	94 91 91
6	8.152	0.04	C:\Database\NIST05a.L Sulfurous acid, 2-ethylhexyl pentyl 1 ester Octane, 2-bromo- Octane, 3,6-dimethyl-	101072 51587 18528	1000309-18-9 000557-35-7 015869-94-0	64 59 58
7	8.275	0.14	C:\Database\NIST05a.L Heptane, 3-ethyl-2-methyl- Octane, 2,3-dimethyl- Heptane, 3-ethyl-2-methyl-	18547 18520 18550	014676-29-0 007146-60-3 014676-29-0	64 64 58
8	8.616	0.52	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 4-methyl- Decane Octane, 2,5-dimethyl-	18502 18486 18509	017301-94-9 000124-18-5 015869-89-3	72 72 64
9	8.843	0.24	C:\Database\NIST05a.L Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl- Nonane, 3-methyl-	18500 18496 18499	005911-04-6 005911-04-6 005911-04-6	90 87 81
10	9.098	0.02	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-ethyl-2,3-dimethyl- Cyclohexane, 2-ethyl-1,3-dimethyl- 2-Hexane, 4-ethyl-2,3-dimethyl-	17435 17434 17420	007058-05-1 007045-67-2 1000149-19-7	53 43 43
11	9.189	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1-Dodecanol, 3,7,11-trimethyl- Cyclopentane, butyl- Cyclopentane, butyl-	77416 11176 11173	006750-34-1 002040-95-1 002040-95-1	64 58 58
12	9.280	0.07	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 24.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\
 Data File : 171110-0011.D
 Title :
 Acq On : 11 Nov 2017 4:55
 Operator : AdaM
 Sample : Hoja planta
 Misc : Suchitapequez
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Cyclohexane, propyl-	11175	001678-92-8	90
			Cyclohexane, propyl-	11180	001678-92-8	87
			Cyclohexane, propyl-	11179	001678-92-8	83
13	9.557	1.33	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane	18488	000124-18-5	96
			Decane	18485	000124-18-5	95
			Decane	18486	000124-18-5	94
14	9.776	0.46	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27247	002847-72-5	83
			Oxalic acid, 2-ethylhexyl hexyl ester	115942	1000309-38-9	72
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	64
15	10.003	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,1,2,3-tetramethyl-	17428	006783-92-2	64
			3-Eicosane, (E)-	112107	074685-33-9	58
			1R,2c,3t,4t-Tetramethyl-cyclohexane	17437	1000144-07-3	52
16	10.285	0.90	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	94
			Bicyclo[3.3.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	93
			1S-.alpha.-Pinene	15185	007785-26-4	93
17	10.617	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Toluene	2395	000108-88-3	60
			Toluene	2396	000108-88-3	60
			Toluene	2399	000108-88-3	60
18	10.763	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1,2,4-trimethyl-	11235	002234-75-5	50
			4-Undecane, 6-methyl-	34986	1000061-85-4	49
			Cyclopentanone, 2-methyl-3-(1-methylethyl)-	18148	054549-81-4	38
19	10.908	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 5-methyl-	27249	013151-35-4	74
			Undecane, 5,6-dimethyl-	46116	017615-91-7	64
			Decane, 5-methyl-	27244	013151-35-4	52
20	11.077	0.49	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 4-methyl-	27247	002847-72-5	68
			Decane, 4-methyl-	27248	002847-72-5	68
			Decane, 2-methyl-	27245	005975-98-0	62
21	11.413	0.36	C:\Database\NIST05a.L			
			Decane, 3-methyl-	27251	013151-34-3	93
			Decane, 3-methyl-	27243	013151-34-3	74
			Undecane, 3,4-dimethyl-	46109	017312-78-6	64
22	12.009	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, butyl-	17358	001678-93-9	87
			Cyclohexane, butyl-	17356	001678-93-9	87
			Cyclohexane, (2-methylpropyl)-	17415	001678-98-4	86

Continuación del anexo 24.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchen\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acaite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0011.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 4:55						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja planta						
Misc : Suchitapequaz						
ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autobint1.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
23	12.469	1.32	C:\Database\NIST05a.L			
			Undecane	27236	001120-21-4	96
			Undecane	27239	001120-21-4	93
			Undecane	27238	001120-21-4	93
24	12.873	0.84	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	95
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
25	13.037	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Hexacosanol	165911	000506-52-5	58
			1-Tetracosanol	154683	000506-51-4	58
			2-Bromopropionic acid, pentadecyl ester	157914	1000292-44-2	55
26	13.215	1.09	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
27	13.710	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-ethyl-2-propyl-	25967	062238-33-9	43
			4-Octene, 2,3,7-trimethyl-, (E)-	25983	052763-13-0	43
			1-Cyclopentane, hexyl-	25938	004457-00-5	38
28	13.820	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Xylene	4947	000106-42-3	93
			p-Xylene	4946	000106-42-3	93
			Benzene, 1,3-dimethyl-	4970	000108-38-3	92
29	13.965	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl-	17422	004291-79-6	45
			Cyclohexane, 1-ethyl-2-methyl-	11246	003728-54-9	43
			Cyclohexane, 1-ethyl-4-methyl-, cis-	11265	004926-78-7	43
30	14.229	0.43	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	96
			Cyclopropane, 1,1-dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-	15385	068998-21-0	95
			3-Carene	15157	013466-78-9	95
31	14.479	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15179	000123-35-3	91
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	90
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	76
32	14.838	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Phellandrene	15204	000099-83-2	42
			.alpha.-Phellandrene	15203	000099-83-2	42
			2,4,6-Octatrienoic acid	16707	005205-32-3	38

Continuación del anexo 24.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchen\1\DATA\SERVICIO\USAC\Aceite cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0011.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 4:55						
Operator : AdaM						
Sample : Hoja planta						
Misc : Suchitapequez						
ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
33	15.339	0.13	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	97
			Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methylthylidene)-	15340	000586-62-9	96
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15349	000099-86-5	96
34	15.648	0.07	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, pentyl-	25939	004292-92-6	74
			Cyclohexane, pentyl-	25940	004292-92-6	64
			n-Amylcyclohexane	25925	029949-27-7	64
35	16.262	11.67	C:\Database\NIST05a.L Dodecane	36431	000112-40-3	64
			Dodecane	36430	000112-40-3	60
			Dodecane	36429	000112-40-3	35
36	16.653	1.48	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
37	17.008	0.11	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9130	000620-14-4	97
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9129	000611-14-3	95
			Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	9133	000620-14-4	95
38	17.217	0.13	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	97
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	96
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15280	003779-61-1	94
39	17.540	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1-Methyldecahydronaphthalene	24403	002958-75-0	93
			trans-Decalin, 2-methyl-	24396	1000152-47-3	90
			Decalin, syn-1-methyl-, cis-	24405	1000158-89-1	89
40	17.950	6.32	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-3-ene, 3,7,7-trimethyl-, (1S)-	15369	000498-15-7	97
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15355	000099-85-4	95
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
41	18.509	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9132	000611-14-3	94
			Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9113	000095-63-6	87
			Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	9129	000611-14-3	87
42	18.728	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4	97

Continuación del anexo 24.

LIQA Library Search Report						
Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Acabta cascara naranja cesar\						
Data File : 171110-0011.D						
Title :						
Acq On : 11 Nov 2017 4:55						
Operator : Adm						
Sample : Hoja planta						
Misc : Suchitapaquez						
ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1						
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0						
Unknown Spectrum: Apex						
Integration Events: ChemStation Integrator - autoint1.e						
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			)- Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl))-	14427	000535-77-3	95
43	18.869	1.32	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl))- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl))- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl))-	14430 14429 14425	000527-84-4 000527-84-4 000099-87-6	97 97 97
44	19.337	0.19	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl- Benzene, 1,2,4-trimethyl-	9125 9127 9128	000526-73-8 000095-63-6 000095-63-6	97 95 95
45	19.464	0.74	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- Cyclohexane, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- (+)-4-Carane	15338 15340 15169	000586-62-9 000586-62-9 029050-33-7	97 96 96
46	20.238	0.15	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-propyl- Benzene, 1-methyl-3-propyl- Benzene, 1-methyl-3-propyl-	14368 14366 14371	001074-17-5 001074-43-7 001074-43-7	93 93 90
47	20.360	0.04	C:\Database\NIST05a.L Benzene, (1-methylpropyl)- Benzene, 1-methyl-4-propyl- Benzene, 1-methyl-2-propyl-	14365 14373 14368	000135-98-8 001074-55-1 001074-17-5	76 76 76
48	20.638	0.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, butyl- Benzene, butyl- Benzene, butyl-	14341 14337 14338	000104-51-8 000104-51-8 000104-51-8	91 91 91
49	21.125	0.08	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl))- Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-	14390 14430 14404	000874-41-9 000527-84-4 000874-41-9	95 95 94
50	21.357	0.06	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,4-diethyl- Benzene, 1,2-diethyl- Benzene, (1,2-dimethylpropyl)-	14353 14350 21912	000105-05-5 000135-01-3 004481-30-5	49 46 43
51	21.639	0.20	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,2,3-trimethyl- Benzene, 1,3,5-trimethyl-	9115 9125 9123	000526-73-8 000526-73-8 000108-67-8	70 70 70
52	22.089	0.02	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylpropyl)	21930	001595-16-0	91

Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, II/UVG. Fecha: 10 de noviembre de 2016.

