



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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE
ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY (*Citrus reticulata*,
var. Dancy) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE**

Eduardo Antonio De Paz Rodas

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

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY (*Citrus
reticulata*, var. *Dancy*) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDUARDO ANTONIO DE PAZ RODAS

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

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordoñez
EXAMINADOR	Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

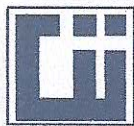
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY (*Citrus reticulata*, var. *Dancy*) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 21 de julio del 2016.



Eduardo Antonio De Paz Rodas



Guatemala, 20 de agosto de 2018

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

Ingeniero Wong:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al informe final del trabajo de graduación titulado **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY (*Citrus reticulata* var. Dancy) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE”**, del estudiante de Ingeniería Química Eduardo Antonio De Paz Rodas quien se identifica con el carné número 201213141 y código único de identificación (CUI) 2659982040101.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

Atentamente,

Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
Asesor
JEFE



INGENIERO QUÍMICO
Mario José Mérida Meré
Colegiado 1411

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-
Sección Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC

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



INGENIERA QUÍMICA
Telma Maricela Cano M.
Colegiada 433



Guatemala, 03 de septiembre de 2018.
Ref. EIQ.TG-IF.037.2018.

Ingeniero .
Carlos Salvador Wong Davi
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 **019-2016** 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: **Eduardo Antonio De Paz Rodas**.
Identificado con número de carné: **2659 98204 0101**.
Identificado con registro académico: **2012-13141**.
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL
ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY
(*Citrus reticulata* var. *Dancy*) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE
D-LIMONENO PRESENTE**

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

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. César Ariel Vilela Rodas
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.036.2018

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 (la) estudiante, **EDUARDO ANTONIO DE PAZ RODAS** titulado: **"EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANCY (*Citrus reclusata*, var. Dancy) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE"**. 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

FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR

Guatemala, octubre de 2018

Cc: Archivo
CSWD/ale



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 del trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL ACEITE ESENCIAL PROVENIENTE DEL FLAVEDO DE LA MANDARINA DANDY (Citrus reticulata var. Dancy) Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE D-LIMONENO PRESENTE”**, presentado por el estudiante universitario: **Eduardo Antonio De Paz Rodas** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Octubre de 2018

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser la luz que me guía en todo momento, y que me permite culminar satisfactoriamente una etapa más de mi vida.

Mi madre

Silvia Elizabeth Rodas de De Paz, por su apoyo, por su amor incondicional que me han hecho la persona que hoy soy y es mi mejor ejemplo por seguir.

Mi padre

Carlos René De Paz Hernández, por ser ejemplo de mi vida, y responsabilidad, con sus enseñanzas me ha forjado mis sentimientos y por ser su mayor orgullo.

Mis hermanos

Jessica Alejandra y Carlos Gabriel por apoyarme incondicionalmente, y darme fuerzas para seguir adelante cuando más lo necesitaba.

Mi sobrina

Daniela Alessandra por ser mi nueva fuente de inspiración y mi motivación para seguir adelante.

Pueblo de Guatemala

Porque a pesar de los problemas que afectan a nuestra nación, con sus contribuciones me brindaron la oportunidad de tener una formación académica superior.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios, mi alma mater, la institución que me dio la oportunidad de adquirir el conocimiento necesario para hacer de mi un profesional.
Facultad de Ingeniería	Por ser la encargada de darme las herramientas, y las competencias necesarias para cumplir mi sueño de ser Ingeniero.
Mi familia	Por ser la mayor influencia en mi carrera, por ser el motivo de este logro.
LIEXVE	A la Ing. Qca. Telma Cano, Ing. Mario Mérida, Gerson Ortega, Derick Carrera, Osber Carias, Luis García. Por recibirme con un gran cariño y con todo el apoyo científico en la realización de la parte experimental de mi trabajo de graduación.
Mis asesores	Por orientarme y transmitirme los conocimientos a base de experiencia durante el tiempo de conocernos.

Ing. Cesar Ariel Villela

Por su dedicación, paciencia y esfuerzo en la revisión de este trabajo de investigación.

Ing. José Pichilla

Por facilitarme, y ser el único proveedor de la materia prima utilizada dentro de la investigación.

Depto. Química General

Ph.D. Casta Zeceña, Inga. Qca. Tania de Leon, Inga. Qca. Adela Marroquin, Danilo Ajcip, Edy Payes, Pedro Garcia, Gabriel Solorzano, Karen Gatica, Luis Linares, Selvin Solorzano, por ser mi ejemplo profesional por seguir.

Depto. Matemáticas

Ing. Arturo Samayoa, Inga. Glenda García, Lic. Gustavo Santos, Jorge Pablo Obregón, Benjamín Cancinos, Javier López, Mario Rousselin, Abner López, Emilio Galindo, Freddy Lorenti, Jorge Cardona, Jorge Carrillo, José Orellana, Juan Ramon Veleche, Kevin Pinto, Kevin Itzep, Keyla Barrera, Lorena Contreras, Luis Balam Lol, Luis Felipe Girón, Luis Ramírez, Melvin Calel, Lucia Wolford, Nelly Tórtola, Oscar Arias, Oscar Norato, Rosselin del Cid, Walther Solís. Por darme los mejores momentos y los más alegres de la universidad.

Mis amigos de la carrera

Alysson Ramírez, Yoselin Raxón, Emilio Galindo, Walther Solís, Aaron Bendfeldt, Alejandra Sosa, Natalia Valdez, por ser el apoyo necesario durante mi carrera, compartiendo conocimiento.

Mis amigos

Eddie Morales, Edy Moir, Julio Espinoza, Julio Morales, Gustavo Montes de Oca, Luis Cancinos, Eduardo Monzón, Wences Tobar, Byron Azurdia, Carlos Paz. Por compartir y celebrar mis triunfos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SIMBOLOS	XIX
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVII
HIPÓTESIS.....	XXIX
Hipótesis de trabajo.....	XXIX
Hipótesis estadística	XXIX
Hipótesis nula.....	XXIX
Hipótesis alternativa	XXXI
INTRODUCCIÓN	XXXIII
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Aceites esenciales.....	7
2.1.1. Historia de los aceites esenciales.....	7
2.1.2. Definición de los aceites esenciales.....	10
2.1.3. Composición química de los aceites esenciales	11
2.1.4. Obtención de los aceites esenciales	12
2.1.5. Propiedades de los aceites esenciales	13
2.1.5.1. Propiedades físicas.....	13
2.1.5.2. Propiedades químicas	13

	2.1.5.3.	Propiedades fisicoquímicas.....	14
2.1.6.		Extracción de Aceites Esenciales	17
	2.1.6.1.	Destilación por arrastre de vapor directo	17
	2.1.6.2.	Disolventes químicos	18
	2.1.6.3.	Expresión en frío.....	18
	2.1.6.4.	Enfleurage.....	19
	2.1.6.5.	Hidrodestilación.....	19
2.1.7.		Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales.....	23
	2.1.7.1.	Densidad de los aceites esenciales	23
	2.1.7.2.	Índice de refracción de los aceites esenciales.....	23
	2.1.7.3.	pH de los aceites esenciales.....	24
	2.1.7.4.	Cromatografía de gases acoplado a espectrofotometría de masas.....	24
	2.1.7.5.	Solubilidad de los aceites esenciales.....	25
2.1.8.		Aplicaciones de los aceites esenciales.....	25
	2.1.8.1.	Industria alimentaria.....	26
	2.1.8.2.	Industria farmacéutica.....	26
	2.1.8.3.	Industria de cosméticos	26
	2.1.8.4.	Industria de productos de uso veterinario	26
	2.1.8.5.	Otras Industrias.....	27
2.2.		Cromatografía.....	27
	2.2.1.	Cromatografía plana.....	28
		2.2.1.1. Cromatografía en papel	28
		2.2.1.2. Cromatografía en capa fina.....	29
	2.2.2.	Cromatografía en columna.	29

	2.2.2.1.	Cromatografía de líquidos.....	29
	2.2.2.2.	Cromatografía de gases.	30
	2.2.2.3.	Cromatografía de fluidos super críticos.	30
	2.2.3.	Espectrometría de masas.....	30
	2.2.4.	Acoplamiento cromatografía de gases con espectrometría de masas	31
2.3.		Especie frutal.....	32
	2.3.1.	Nombre científico.....	32
	2.3.2.	Citrus reticulata.....	33
	2.3.3.	Descripción.....	33
	2.3.4.	Usos y beneficios.....	34
	2.3.5.	Aspectos ecológicos.....	37
2.4.		D-Limoneno	39
	2.4.1.	Propiedades.....	39
	2.4.2.	Usos	40
	2.4.3.	D-Limoneno beneficio saludable.....	41
3.		DISEÑO METODOLÓGICO	43
		Localización.....	43
3.1.		Variables.....	43
	3.1.1.	Variables independientes.....	43
	3.1.2.	Variables dependientes.....	44
	3.1.3.	Variable de respuesta	44
3.2.		Delimitación del campo de estudio	45
3.3.		Obtención de las muestras	46
3.4.		Técnicas cuantitativas y cualitativas	47
3.5.		Diseño de tratamientos.....	47
3.6.		Recursos humanos.....	49

3.7.	Recursos materiales	49
3.7.1.	Materia prima.....	49
3.7.2.	Materiales auxiliares.....	49
3.7.3.	Cristalería	49
3.7.4.	Reactivos.....	50
3.7.5.	Equipo.....	50
3.8.	Procedimiento.....	50
3.9.	Preparación de la materia prima.....	51
3.9.1.	Granulometría del flavedo de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>)	51
3.9.2.	Extracción de aceite esencial a escala laboratorio por el método de hidrodestilación.	54
3.10.	Análisis fisicoquímicos	55
3.10.1.	Densidad.....	55
3.10.2.	Índice de refracción	55
3.10.3.	Potencial de Hidrógeno (pH)	58
3.11.	Recolección y ordenamiento de la información.....	59
3.12.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	69
3.12.1.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy	69
3.12.2.	Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy	71
3.12.3.	Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy.....	72
3.12.4.	Componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy.	76
3.12.5.	Principales componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy.....	94

3.13.	Análisis estadístico	95
3.13.1.	Estadística Descriptiva	95
3.13.1.1.	Media muestra	95
3.13.1.2.	Varianza.....	96
3.13.1.3.	Desviación estándar	96
3.13.1.4.	Coeficiente de variación de Pearson	97
3.13.2.	Estadística Inferencial	98
3.13.2.1.	Diseños factoriales.....	98
3.13.2.2.	Diseños factoriales con tres factores	99
3.13.2.3.	Modelo estadístico de tres factores	100
3.13.2.4.	Hipótesis de interés	101
3.13.2.5.	Análisis de varianza (ANOVA)	102
3.13.2.6.	Diagrama de Pareto.....	104
3.13.2.7.	Verificación de Supuestos	109
3.13.3.	Programas utilizados para el análisis de datos	112
4.	RESULTADOS	113
4.1.	Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm.....	113
4.2.	Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm.	116
4.3.	Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm.	119
4.4.	Rendimiento del aceite esencial.....	121
4.5.	Densidad del aceite esencial.....	122
4.6.	Índice de refracción del aceite esencial.....	123
4.7.	Composición química.	123
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	125

CONCLUSIONES.....	133
RECOMENDACIONES.....	135
BIBLIOGRAFÍA.....	137
APÉNDICES.....	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Estructura molecular isopreno.....	11
2.	Esquema del equipo Neo-Clevenger.....	22
3.	Resultados de una cromatografía GC-MS	32
4.	Árboles de mandarina Dancy.	34
5.	Áreas aptas para el cultivo de la Mandarina en Guatemala	38
6.	Precio promedio mensual, pagado al mayorista del 2009/2016.....	39
7.	Tamaño de partícula grande	51
8.	Rallador de partícula mediana y partícula pequeña.	52
9.	Tamizador de laboratorio	53
10.	Variaciones de tamaño de partícula empleados para la extracción del aceite vegetal.	53
11.	Refractómetro Abbe NAR-1T LIQUID	56
12.	Ocular del refractómetro para medición del I.R.	57
13.	Indicador universal de pH.....	58
14.	Gráfica de intervalos de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) con sus intervalos de confianza al 95%.....	75
15.	Gráfica de intervalos de la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) con sus intervalos de confianza al 95%	75
16.	Gráfica de intervalos del índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) con sus intervalos de confianza al 95%.....	76

17.	Matriz gráfica de los niveles de los factores en un diseño tri-factorial.....	99
18.	Representación gráfica de las interacciones de tres factores	100
19.	Diagrama de Pareto de los efectos para rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>).....	105
20.	Diagrama de Pareto de los efectos para la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>).....	107
21.	Diagrama de Pareto de los efectos para el índice de refracción a 20°C del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>)	109
22.	Gráficas de residuos para el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>).....	110
23.	Gráficas de residuos para la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>).....	111
24.	Gráficas de residuos para el índice de refracción a 20°C del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>reticulata var. Dancy</i>)	111
25.	Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata var. Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.....	114
26.	Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata var. Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.....	117
27.	Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata var. Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.....	120

TABLAS

I.	Valor nutricional por cada 100 gramos de mandarina.....	36
II.	Variables independientes y dependientes en el proceso de extracción del aceite esencial proveniente del flavedo de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> , var. Dancy).....	45
III.	Factores y niveles presentes dentro del estudio.	48
IV.	Resumen del diseño experimental de tratamientos.	59
V.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	60
VI.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	61
VII.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.....	62
VIII.	Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	63
IX.	Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	64
X.	Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. Dancy) proveniente del municipio de Oratorio, Santa	

	Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	65
XI.	Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	66
XII.	Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	67
XIII.	Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	68
XIV.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	69
XV.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	70
XVI.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	70
XVII.	Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla,	

Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	71
XVIII. Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	71
XIX. Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	72
XX. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	73
XXI. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	73
XXII. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	74
XXIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.	77
XXIV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de	

Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.....	77
XXV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.....	78
XXVI. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	79
XXVII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	79
XXVIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	80
XXIX. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 29 4 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4.....	81
XXX. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4.....	81
XXXI. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San	

Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.	82
XXXII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.	83
XXXIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.	83
XXXIV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.	84
XXXV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.	85
XXXVI. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.	85
XXXVII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4.	86
XXXVIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de	

San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4.....	87
XXXIX. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.....	87
XL. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.....	88
XLI. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12.....	89
XLII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	89
XLIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	90
XLIV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8.....	91
XLV. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de	

Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8	91
XLVI. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4	92
XLVII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4	93
XLVIII. Planteamiento de hipótesis para el análisis de varianza	101
XLIX. ANOVA para un diseño de tres factores.	102
L. Resultados del ANOVA en el diseño de tres factores en el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy.	103
LI. Resume del resultado del ANOVA para el rendimiento de aceite esencial de mandarina Dancy (<i>reticulata</i> var. <i>Dancy</i>)	104
LII. Resume del resultado del ANOVA para la densidad del aceite esencial de mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>).....	106
LIII. Resume del resultado del ANOVA para el índice de refracción a 20°C de aceite esencial de mandarina Dancy (<i>reticulata</i> var. <i>Dancy</i>).....	107
LIV. Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.....	113
LV. Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula.....	114

LVI.	Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	115
LVII.	Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	116
LVIII.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula.	117
LIX.	Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	118
LX.	Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	119
LXI.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula.	120
LXII.	Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (<i>Citrus reticulata</i> var. <i>Dancy</i>). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción.	121
LXIII.	Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy a diferentes tamaños de partícula.	121
LXIV.	Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales.	122
LXV.	Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes tiempos de extracción.	122
LXVI.	Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales.	123

LXVII. Contenido de D-Limoneno del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales.....	123
LXVIII. Compuestos mayoritarios presentes en el aceite de la mandarina Dancy.	124

LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Significado
R^2	Coeficiente de correlación lineal.
\emptyset	Diámetro de partícula.
F	Factor de Fisher.
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados.
GL	Grados de libertad.
g	Gramos.
H_a	Hipótesis alternativa.
H_o	Hipótesis nula.
H	Hipótesis de trabajo.
I.R.	Índice de refracción.
μL	Microlitros.
\bar{X}	Media aritmética.

msnm.	Metros sobre el nivel del mar.
mg	Miligramos.
mL	Mililitros.
min	Minutos.
%	Porcentaje.
%R	Porcentaje de rendimiento.
pH	Potencial de hidrogeno.
T	Temperatura.
t	Tiempo.
Y_i	Variable dependiente.
v.e.	Valor experimental.
X_i	Variable independiente.

GLOSARIO

Aceite esencial	Lípidos no relacionados con ácidos grasos. Compuestos terpenoides derivados por condensación del isopreno.
Bálsamo	Medicamento compuesto de sustancias comúnmente aromáticas, que se aplica como remedio en las heridas, llagas y otras enfermedades.
Cohobación	Proceso mediante el cual el agua condensada regresa al proceso durante la extracción de aceites esenciales por arrastre de vapor.
Cromatografía	Es un método físico de separación para la caracterización de mezclas. Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.
Cromatograma	Conjunto de picos y línea base registrados en función del tiempo, la cual registran todos los componentes detectados en el detector de masas del cromatógrafo.

Densidad	Característica física de una sustancia, la cual indica la relación de la cantidad de masa presente en un volumen determinado.
Destilación	Procedimiento de separación de los componentes líquidos de una disolución, en virtud de sus presiones de vapor.
Exocarpio	Capa externa del fruto donde se encuentran los aceites esenciales.
Extracción	Método empleado tanto comercialmente como en el laboratorio para separar una sustancia de una mezcla o disolución.
<i>FOB (FREE ON BOARD)</i>	Es un acuerdo de compraventa utilizado en el comercio internacional para referirse a las condiciones, derechos y obligaciones que existen tanto para el comprador como para el vendedor.
Granulometría	Es la distribución de los tamaños de las partículas de alguna materia, se emplea tamices para una mejor distribución.
GC-MS	Cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas, técnica de análisis empleada para el análisis y cuantificación de una mezcla compleja.

Flavedo	Sinónimo de exocarpio o capa externa del fruto.
Hidrodestilación	Método de extracción de aceite esencial, el cual consiste en poner en contacto directo el material vegetal con agua hirviendo y por medio del vapor se arrastra el aceite a un condensador para así obtener dicho producto.
Hidrolato	Subproducto del proceso de destilación, que consiste en una mezcla de agua y aceite.
Índice de refracción	Cociente entre la velocidad de la luz en el medio. Este determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse por un medio.
Miscible	Propiedad de algunos líquidos para mezclarse en cualquier proporción, formando una solución.
Neo Clavenger	Equipo adecuado para la extracción de aceite esencial de materias vegetales a escala laboratorio
Pericarpio	Parte exterior del fruto de las plantas que envuelve las semillas.
Solvente	Componente físico de una solución, que se caracteriza por ser la sustancia de mayor cantidad.
Tamiz	Equipo utilizado para separar sólidos por la diferencia de su tamaño de partícula.

Terpeno

Hidrocarburo complejo de forma general C_nH_{2n-4} , de la serie del isopreno, presentes en los aceites esenciales obtenidos de las plantas.

USD DOLLAR

Es la moneda oficial de Estados Unidos de América.

RESUMEN

En esta investigación, se evaluó el rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial obtenido del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) por el método hidrodestilación a escala laboratorio. También se determinó el contenido de D-Limoneno presente en el aceite esencial extraído del flavedo de la mandarina. Es importante identificar dicho componente químico porque presenta propiedades que benefician la salud de los seres humanos.

La materia prima, mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) provino de Chiquimulilla (Santa Rosa) a 294 msnm., San Felipe (Retalhuleu) a 614 msnm., y de Oratorio (Santa Rosa) 951 msnm. El flavedo se trabajó en fresco con variables de granulometría y tiempo de extracción. Se obtuvo diferente tamaño de partícula utilizando tamices No. 12, No. 8 y No. 4. El tiempo de extracción varió, de 2 horas, 4 horas y 6 horas.

Conjugando cada uno de los niveles de las variables por estudiar se desarrollaron 27 tratamientos y para obtener confiabilidad estadística se realizaron 3 repeticiones por cada tratamiento. De esta manera se obtuvo el rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*). Para extraerla se utilizó el método de hidrodestilación por medio del equipo denominado Neo Clavenger a escala laboratorio y con la ayuda de un cromatógrafo de gases con acoplado a espectrómetro de masas, se determinó el contenido de D-Limoneno presente en las muestras.

Se determinó que el mayor porcentaje en el rendimiento de extracción del aceite esencial es de 4,0996 % a 951 msnm a un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12. La densidad promedio del aceite es de $0,8288 \pm 0,0293$, g/mL, índice de refracción $1,4792 \pm 0,0004$, y un porcentaje de área cromatográfica para el compuesto químico mayoritario D-Limoneno es de $69,1593 \pm 6,1221$ %.

Utilizando técnicas estadísticas para el estudio de variables y mediante un diseño de tres factores con una réplica, se realizó el análisis de varianza comparando las medias y probando las hipótesis planteadas para esta investigación y así determinar si existe influencia estadística en las interacciones y dependencias en las variables estudiadas.

El porcentaje de rendimiento del aceite esencial depende significativamente de la zona altitudinal a la que fue cultivada la mandarina Dancy. Mientras que la densidad depende, significativamente del tiempo de extracción y el índice de refracción a 20 °C depende significativamente del tamaño de la partícula y la interacción con el tamaño de partícula.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*), por el método de hidrodestilación a escala laboratorio, y determinar el contenido de D-Limoneno presente.

Específicos

1. Comparar el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) proveniente de tres niveles altitudinales de cultivo: Chiquimulilla 294 msnm., San Felipe 614 msnm. y Oratorio 951 msnm. por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
2. Comparar el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función del tamaño de partícula del flavedo: mesh No. 4, mesh No. 8, mesh No. 12 por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
3. Comparar el rendimiento del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función del tiempo de extracción: 2 horas, 4 horas y 6 horas por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
4. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) proveniente de tres niveles altitudinales de

cultivo: Chiquimulilla 294 msnm., San Felipe 614 msnm. y Oratorio 951 msnm. por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

5. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función del tamaño de partícula del flavedo: mesh No. 4, mesh No. 8, mesh No. 12, por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
6. Caracterizar fisicoquímicamente el aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función del tiempo de extracción: 2 horas, 4 horas y 6 horas por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
7. Comparar el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) proveniente de tres zonas de cultivo: Chiquimulilla, San Felipe y Oratorio, con un análisis de cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas
8. Comparar el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función del tamaño de partícula del flavedo por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.
9. Comparar el porcentaje de D-Limoneno en el aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función del tiempo de extracción: 2 horas, 4 horas y 6 horas por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

Es factible obtener y evaluar el porcentaje de rendimiento y las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*). Realizando una comparación si existe una diferencia significativa de las variables.

Hipótesis estadística

Hipótesis nula

Ho1: No existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Ho2: No existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tamaño de partícula por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Ho3: No existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tiempo de extracción por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Ho4: No existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Ho5: No existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función al tamaño de partícula por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Ho6: No existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función al tiempo de extracción por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Ho7: No existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Ho8: No existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función al tamaño de la partícula.

Ho9: No existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (***Citrus reticulata var. Dancy***) en función al tiempo de extracción.

Hipótesis alternativa

Hi1: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Hi2: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tamaño de partícula por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Hi3: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tiempo de extracción por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Hi4: Si existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Hi5: Si existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tamaño de partícula por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Hi6: Si existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tiempo de extracción por el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

Hi7: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función de la altura al nivel del mar de donde fue cultivada.

Hi8: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tamaño de la partícula.

Hi9: Si existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) en función al tiempo de extracción.

INTRODUCCIÓN

Guatemala cuenta con biodiversidad lo cual le confiere un potencial incalculable de productos de origen vegetal. De éstos, no todos son conocidos, y los conocidos son muy poco explotados en la industria. La mayoría de las especies vegetales poseen aceites esenciales útiles que deben ser investigados para aprovechar sus componentes químicos. Sus aplicaciones pueden ser medicinales, saborizantes, odorantes, en la perfumería y algunas otras.

En la actualidad el aprovechamiento de desechos vegetales ha despertado el interés en el sector industrial, gracias a sus propiedades. Por ello, se procura que los desechos se conviertan en subproductos con un valor económico mayor, mediante la extracción de aceites esenciales.

Entre las especies con mayor contenido de aceite esencial para extracción están los cítricos, por lo cual en esta investigación se estudiará la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Darcy*). Este cítrico pertenece a la familia de las rutáceas, que contiene unas 145 especies de plantas que crecen en países de clima tropical. Sin embargo, China es el mayor productor en el mundo. En Guatemala la mandarina se cultiva de forma semi comercial en Baja Verapaz, Escuintla, Retalhuleu, Santa Rosa, Suchitepéquez y Zacapa. Este fruto está formado por una piel externa conocida como flavedo. Contiene abundantes glándulas con aceite esencial, y una parte intermedia adherida a la anterior llamada mesocarpio, que es de color blanquecina y esponjosa (fibra). Finalmente, posee una parte más interna y más desarrollada, dividida en una serie de gajos conocida como endocarpio.

Existen varios métodos para la obtención del aceite esencial, pero entre los más utilizados está la hidrodestilación. Consiste en colocar la materia prima por segmentos de tamaños uniformes sumergidos en agua, y con un intercambiador de calor se le transfiere la energía necesaria para llegar a su punto de ebullición, De esta forma los compartimientos que contienen el aceite esencial se rompen y lo libera en forma de vapor. Luego, se disminuye la temperatura para que el aceite se condense y se separen las fases inmiscibles. Para llevar a cabo este proceso se utilizó el equipo denominado Neo Clavenger.

Este estudio aporta parámetros relacionados con la extracción del aceite esencial de la mandarina Dancy, lo que da lugar al seguimiento y a la evolución de estos procesos extractivos para aprovechar los recursos y desechos para propiciar la mejora continua de la medicina natural.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Dentro de la Ingeniería Química y carreras dedicadas al estudio y la investigación de compuestos químicos, se han realizado estudios de obtención y caracterización de aceites esenciales, diversos han sido los estudios realizados para conocer más sobre los aceites esenciales de cítricos, dada su versatilidad de aplicación en la industria cosmética y alimentaria.

En 1987 Gildemeister y Stephan realizaron el primer trabajo del que se tiene conocimiento del estudio. Fue la determinación e identificación del componente principal del aceite esencial de mandarina italiana, su investigación concluyo que efectivamente el D-Limoneno era el componente principal. La identificación consistió en la preparación de un derivado bromado que poseía un punto de fusión de 104-105 °C, de acuerdo con el intervalo de fusión se pudo sustentar la pureza de la sustancia derivada del D-Limoneno y así corroborar su identidad indirectamente.

En 1900 Walbaum descubre que el N-Metilantranilato de metilo es el constituyente más importante del aceite esencial de la mandarina italiana, estableciendo que menos del 1 % del éster está presente en el aceite esencial y que es el responsable de proporcionarle su peculiar aroma al aceite esencial de mandarina italiana.

En 1934 Nelson realizó un estudio de la composición química del aceite esencial de distintas variedades de mandarina que se cultivaban en Florida, Estados Unidos. Nelson extrajo los aceites esenciales por el método de extrusión y al comprimir el flavedo, se determinó que variedades similares de mandarina poseían aceites esenciales con diferencias en su composición química, concluyó también que la razón principal de las diferencias en cuanto a composición química se debía a la calidad del suelo donde se cultivaban las 15 variedades de mandarina, así como también a las diferencias climáticas presentes en la localidad de cultivo. Nelson confirma la existencia de d-limoneno en el aceite esencial de mandarina italiana como lo habían descubierto Gildemeister y Stephan en 1897, la diferencia radicaba en que Nelson aísla al D-Limoneno y establece de manera experimental un punto de ebullición para este compuesto, 175°C - 177°C

En 1939-1945, durante los años de la Segunda Guerra Mundial el aceite esencial de mandarina proveniente de Italia no estaba disponible, por lo que Brasil comienza a exportar de manera limitada su producción de aceite esencial de mandarina a los Estados Unidos. Los laboratorios Fritzsche Brothers Inc. de New York analizaron los embarques de aceite esencial de mandarina brasileña para establecer los parámetros de calidad y compararlos con el aceite esencial extraído de mandarina italiana y brasileña. Descubrieron que el aceite esencial extraído de la mandarina italiana poseía un color, olor y sabor de mejor calidad que el aceite esencial extraído de la mandarina brasileña. La causa era la presencia del N-metilantranilato de metilo.

En 1948, Kesterson y McDuff investigan dos tipos de aceites esenciales extraídos de dos variedades distintas de mandarina cultivadas en Florida, Estados Unidos. Kesterson y McDuff realizan la extracción de los aceites esenciales variando el método de obtención. Para ello, aplicaron compresión en

frío al flavedo de una variedad de mandarina y a la otra, le aplicaron destilación por arrastre con vapor de agua. Como resultado, obtuvieron que, por compresión en frío, se obtenía mayor porcentaje de ésteres, mientras que por arrastre de vapor mayor porcentaje de aldehídos.

En 1990 se publicaron estudios preliminares sobre el D-limoneno como método para proteger contra el cáncer y combatirlo. Los investigadores determinaron que puede ayudar a inhibir el crecimiento de tumores y posiblemente proteger contra el cáncer de mama, estas investigaciones continuaron y, la más reciente de Human and Experimental Toxicology, realizó pruebas a ratones con D-limoneno y reveló que ayuda a proteger el cáncer de piel y el estrés oxidativo

En 1998 los Ingenieros Químicos José Eduardo Calderón García, César Alfonso García Guerra y Ramón Benjamín Piedrasanta Batz, con el apoyo del Fondo Nacional de Ciencia y tecnología (FODECYT), realizaron estudios sobre la extracción de aceites esenciales de cítricos con diferente propósito, realizaron un estudio, sobre la optimización de variables de proceso de extracción industrial de aceites esenciales de cinco especies de cítricos limón persa (***citrus aurantifolia***), limón criollo (***citrus latifolia***), naranja valencia (***citrus sinensis***), mandarina (***citrus reticulata***) y naranja Washington (***citrus sp.***)

El objetivo del proyecto FODECYT radicó en el aprovechamiento del potencial económico de las hojas y flavedo de cada cítrico, como producto del desecho de la industria de cítricos en Guatemala, y proporcionar datos reales sobre el costo de inversión en una planta industrial empleando el método de arrastre de vapor para la extracción, el costo producción de aceite esencial y el precio del producto para un lanzamiento al mercado.

En el 2002, la Universidad Autónoma de Chapingo (México) y la Unidad Gestora de Servicios Tecnológicos, elaboró un informe donde da a conocer los factores que se deben tomar en cuenta para dar valor agregado a los cítricos, debido a que en México más de 90 000 familias dependen de estos frutos. El estudio presenta un análisis de la problemática que enfrenta la actividad citrícola en México, principalmente en los aspectos de industrialización y comercialización, a partir de ello el objetivo de la investigación consiste en proporcionar alternativas factibles de economía, para cuatro tipos de frutos cítricos: naranja, toronja, limón mexicano y limón persa.

En 2006, los señores Yáñez Rueda, Lugo Mancilla L. y Parada D. de la universidad de Pamplona, caracterizaron el aceite esencial obtenido del flavedo del naranjo dulce especie (***Citrus sinensis L.***) por hidrodestilación asistida por radiación de microondas, para ofrecer una alternativa más, al aprovechamiento de este cítrico cultivado en la región de Labateca al norte de Santander, Colombia.

En 2008, el Químico Jorge Arturo Mazariegos Monterroso de la Universidad San Carlos de Guatemala, realiza su investigación de tesis *“Identificación y cuantificación de los componentes principales del aceite esencial del flavedo (cáscara) de Citrus reshni (**Mandarina Cleopatra**), Citrus reticulata (**Mandarina común**) y Citrus reticulata Blanco o Citrus tangerina (**Mandarina Dancy**) por medio de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas”*. En la que se determinó por concentración y tiempo de retención identificar a cada uno de los componentes principales presentes en cada variedad, incluso los que se encontraban a niveles traza, tal es el caso del acetato 9-decenílico, el sabineno, el α -terpineno, el 1-octanol, el Z-citral y el (+)-2-careno.

En 2010, en la Conferencia Británica de Farmacia, llevada a cabo en Manchester, se dijo que la cáscara de mandarina podría ayudar en la lucha contra ciertos tipos de cáncer. Un compuesto que se halla en la cáscara de la mandarina, que se denomina Salvestrol Q40, logró destruir células cancerosas de seres humanos, las cuales contienen una enzima llamada P450 CYP1B1. "Es muy emocionante encontrar un compuesto en los alimentos que pueda apuntar específicamente a los cánceres", dijo el químico Hoon L. Tan. "El salvestrol ofrecería un nuevo mecanismo de acción dietaria contra el cáncer", agregó. Los investigadores formaron una compañía privada, Nature's Defense Investments, para proteger y promover su estudio, que cuenta con el potencial de diseñar una alternativa natural contra el cáncer a partir de nueva tecnología

En 2010, la ingeniera Química Mónica Escobar Blanco presenta su tema de investigación de posgrado: *Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México*. En él extrae y cuantifica el contenido fenólico y su actividad antioxidantes presentes mediante la técnica de HPLC donde la naranja agria y el limón persa presentaron mayor contenido fenólico, mediante la extracción con solvente etanol por una hora a temperatura controlada (76 °C).

En 2012, en la revista *Journal of Orthomolecular Medicine* (Journal of Orthomolecular Medicine, 2012) el editor intenta avanzar en el conocimiento de la medicina ortomolecular, educando a los lectores inspirados en el área con estudios clínicos e informes, Jonathan presenta el caso 131, *Cáncer y casos de estudio relacionados involucrando Salvestrol y CYP1B1*, hace saber que los salvestroles son sustancias naturales metabólicamente activas que actúan como anticancerígenas en el ser humano. Como fitoalexinas, no entran perfectamente en cualquiera de las clases de fitonutrientes. Algunos son estilbenos, algunos son antioxidantes, otros son fitoestrógenos. En dicho

estudio clínico para el tratamiento del cáncer con Salvestroles, se presentan casos que cubre el cáncer de mama etapa 1, carcinoma de células escamosas del ano, linfocítica crónica leucemia, carcinoma peritoneal primario y un caso de hiperplasia prostática benigna. Los casos destacan la rapidez con la que uno puede recuperarse una vez que se abordan los defectos nutricionales sin recurso al tratamiento convencional.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aceites esenciales

Se le conoce como aceite esencial a la sustancia que se encuentra dentro de los tejidos vegetales, fue descubierto por los alquimistas, y lo nombraban como alma de las plantas, son tan importantes ya que contienen numerosos compuestos químicos naturales, procedentes y únicos de la planta de la que se extraen

2.1.1. Historia de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales son compuestos líquidos, aromáticos y volátiles que han sido utilizados aproximadamente desde los inicios de la civilización del ser humano. Los primeros descubrimientos se remontan al año 4,500 a.C. su uso era sagrado y relacionaba la medicina con la creencia. También se utilizaba como perfumería en la costumbre de la seducción del sector alto jerárquico. También se utilizaba para embalsamar los cuerpos con la creencia de acercarse al ser humano con los Dioses después de su muerte. Los egipcios practicaban la extracción del aceite esencial mediante la maceración de las plantas, mezclándolas con agua hirviendo.

Años más tarde en Oriente Medio en el año 4,000 a.C. se utilizaba, principalmente, en el campo de la perfumería, hasta que la influencia egipcia en el campo médico los alcanzó, las fragancias eran creadas por la maceración de las plantas y después fumigadas en las casas. En las prácticas petroleras, los

chinos publicaron su primer libro sobre recetas basadas en aceites esenciales, utilizando casi 100 plantas.

También en el nuevo continente cerca de 1 000 a.C. las civilizaciones inca, maya y azteca implantaron el uso de plantas medicinales en tierras americanas debido a la abundancia y diversidad variada de fauna. El uso que se les daba de igual modo era de fragancia y medicinal para tratar dolencias, purificación, desarrollo de la mente entre otras.

La mayoría de las civilizaciones descubrieron el uso y la importancia de los aceites esenciales. Como consecuencia, se constituye en línea de investigación. Para ello, se mejora la técnica de extracción y de aplicación, sin embargo; llegando al siglo XX no existían descubrimientos importantes en la aromaterapia. En el año 1910 un “desafortunado” accidente del padre de la aromaterapia, René-Maurice Gattefossé redescubrió los beneficios de los aceites esenciales para el ser humano. Muy interesado en perfumería, René-Maurice se une a la empresa familiar y está interesado en aromas de plantas en los aromas., y el 25 de julio de 1910, René-Maurice Gattefossé estaba en su laboratorio cuando ocurrió una explosión. Quemado en la cabeza y en los brazos, hunde sus manos en un cubo de aceite esencial de Lavanda. El apaciguamiento es inmediato y la curación aparece rápida y eficientemente. Después de esta “experiencia”, se interesa más en el poder de los aceites esenciales, además del que se había demostrado en el campo de la perfumería.

Su primer libro editado en 1931, *Aromaterapia*, pone en vigencia el uso de esta palabra. Además, es el primer libro que relaciona las estructuras y actividades de cada aceite esencial según sus componentes bioquímicos.

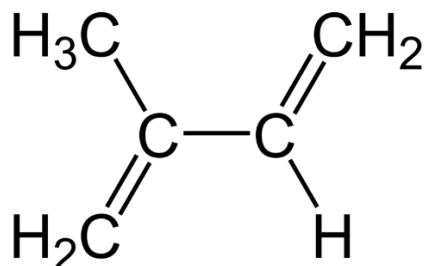
A pesar de un excelente trabajo de investigación, demostrando la eficacia sin precedentes de los aceites esenciales en el campo médico, los descubrimientos de René-Maurice Gattefossé no tienen el éxito que merecen. De hecho, es también la era de la creación de productos químicos sintéticos. Para este último, la competencia entre laboratorios es muy dura. Además, la falta de conocimiento de los usos de los aceites esenciales disminuye su efectividad ante los ojos del público en general. La aromaterapia de hoy también le debe mucho al doctor Jean ValNet que gracias a su voluntad en descubrir la obra de René-Maurice Gattefossé conducirá a una mayor credibilidad de la aromaterapia en la medicina francesa, mostrando las propiedades antiinfecciosas de los aceites esenciales, necesarios durante la guerra de Indochina.

Las heridas de los soldados fueron vendadas con tiras empapadas en aceites esenciales (un pequeño recordatorio de las prácticas del antiguo Egipto). Estas prácticas también han demostrado la debilidad de la terapia antibiótica: las bacterias se acostumbran a este tipo de medicación, la eficiencia disminuye cada vez más, y se hace necesario utilizar las moléculas sintéticas que son más dañinas para nuestro organismo. Los aceites esenciales son la manera de curar sin atacar el cuerpo, la historia continua, letras y letras de acontecimientos importantes abordarían esta investigación sin embargo no es el objetivo principal, por lo que se resume al hecho del avance científico y tecnológico en constante evolución tanto que hoy en día, la aromaterapia se extiende por todo el mundo, y el conocimiento sobre su uso es preciso. Muchos laboratorios también trabajan en la investigación de la aromaterapia certificada orgánica. La aromaterapia es sin duda una de las técnicas más naturales posibles contra las dolencias del cuerpo humano. Es tan eficaz en la prevención como en la curación.

2.1.2. Definición de los aceites esenciales

Se conoce como aceite esencia a los principales productos aromáticos que existen en diversas partes de las plantas. Debido a que se evaporan por exposición al aire a temperatura ambiente, se denominan: aceites volátiles, aceites esenciales o esencias. Son productos obtenidos de materias primas naturales por diferentes métodos físicos o químicos, habitualmente destilación con agua o vapor como en casos de frutos cítricos, mediante un proceso mecánico. A menudo, “los aceites esenciales” consisten en mezclas de productos químicos. En su mayoría están constituidos por terpenos, que son hidrocarburos cuya fórmula es $C_{12}H_{16}$. Los terpenos más comunes son el limoneno y el pineno. Estos terpenos se oxidan naturalmente, por lo que muchas veces es necesario separarlos, obteniendo un producto de mayor valor que se conoce como aceite esencial desterpenado. Su composición exacta puede obtenerse mediante cromatografía gaseosa. Las destilaciones por arrastre de vapor duran entre 3, 4 o más horas, según la hierba que se trate, obteniéndose muy poca cantidad de esencia. Esto se debe a que el contenido en aceites de las plantas es bajo, y por ello hace falta destilar abundante cantidad de hierbas para obtener un volumen que justifique el gasto de destilación. Los rendimientos suelen ser menores al 5 %, es decir destilando 100 kg. de hierba fresca, se obtiene menos de 5 kg. de aceite esencial. Esto no sólo obliga a optimizar la destilación, sino a contar con muchas toneladas de hierba a destilar, inclusive con muchas personas que provean de la hierba.

Figura 1. **Estructura molecular isopreno**



Fuente: Isopreno. es.wikipedia.org/wiki/Isopreno#/media/File:Isoprene-Structure.png

Consulta: 16 de enero 2018.

2.1.3. **Composición química de los aceites esenciales**

Entre los componentes principales de los aceites esenciales se encuentra una familia de hidrocarburos, donde los terpenos son usualmente mayoritarios; ya que en ciertos aceites esenciales llegan a tener una concentración mayor al 70 % del peso total del mismo. Estos componentes son la base del aceite esencial y le proporciona a este sus propiedades físicas (densidad, viscosidad) y su carácter volátil. En adición, a causa de que los terpenos son inodoros; estos no aportan significativamente al carácter aromático del aceite esencial.

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

Otros componentes del aceite esencial no están relacionados con su aroma (ceras y ácidos) pero sí pueden tener su importancia para determinadas aplicaciones y pueden actuar como conservantes, antibióticos, o fijadores del aroma en el aceite esencial.

2.1.4. Obtención de los aceites esenciales

Un aceite esencial solo se puede obtener de un material vegetal, que proceden de las flores, frutos, hojas, raíces, semillas y corteza de los vegetales. Las plantas elaboran los aceites esenciales para protegerse de las enfermedades y repeler a los insectos nocivos, también para atraer insectos benéficos que contribuyen en la polinización. Dentro de los tejidos vegetativos, se encuentran en células esféricas o diferentes cavidades o canales en el parénquima, y cuando dan el olor a las flores, se encuentran en las glándulas odoríferas, desde donde son liberados.

Están presentes en distintas partes de la planta:

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

2.1.5. Propiedades de los aceites esenciales

Todo objeto material que ocupe un espacio tiene la capacidad de reaccionar a los cambios que se realicen sobre ellas. Estos cambios que presentan se les conoce como una propiedad.

2.1.5.1. Propiedades físicas

Los aceites esenciales son volátiles y líquidos a temperatura ambiente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. La mayoría presenta densidad inferior a la del agua (a excepción del clavo de olor). Son insolubles en agua y en alcoholes, éteres y en disolventes orgánicos habituales ya que son liposolubles, cabe mencionar que son arrastrables por el vapor de agua.

2.1.5.2. Propiedades químicas

En la actualidad, se conocen más de doscientos aceites esenciales de apreciado valor comercial en los cuales se han identificado alrededor de cuatrocientos componentes químicos. Además, sus componentes pueden ser agrupados casi en su totalidad en dos grupos caracterizados por orígenes biogénicos distintos: el grupo de los terpenoides y el grupo de los compuestos aromáticos derivados del fenil-propano.

Los terpenoides son aceites contienen únicamente los terpenos más volátiles: mono terpenos, con cadenas C10-C15; y sesquiterpenos, con cadenas C15-C20. Dentro de estas dos clasificaciones es posible encontrar alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, éteres, peróxidos y fenoles. Luego se encuentran los compuestos aromáticos los cuales son derivados del fenil-propano (C6-C3) son menos frecuentes que los terpenoides.

2.1.5.3. Propiedades fisicoquímicas

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

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

2.1.5.3.1. Densidad

Es una propiedad física de la materia, expresando la relación que existe entre la cantidad de elementos o individuos en un espacio determinado, su unidad en el sistema internacional se representa como kilogramo por metro cúbico.

2.1.5.3.2. Índice de refracción

Es el cambio de dirección que experimenta una onda al pasar de un medio a otro distinto, el valor del índice de refracción es una constante que depende del carácter y del estado de la sustancia analizada, en general los índices de refracción de las sustancias grasas oscilan entre 1 que es valor del

vacío hasta 2,42 que es del diamante. Como es una constante es importante tanto para identificar como para el análisis cuantitativo.

2.1.5.3.3. Potencial de hidrógeno

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El potencial de hidrógeno indica la concentración de iones hidrógeno presentes en determinadas disoluciones.

2.1.5.3.4. Propiedades farmacológicas

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

- **Analgésico:** un analgésico (calmante del dolor) se utiliza para aliviar el dolor. Los aceites esenciales con estas propiedades se mencionan el clavo, eucalipto, geranio, lavanda, orégano.
- **Antibacterial:** es un antiséptico que actúa en contra de las bacterias. Entre los aceites esenciales con esta propiedad se encuentran el del ciprés, albahaca, casia, canela, clavo, eucalipto, geranio, lavanda, limón, mandarina.
- **Antibiótico:** es un agente que inhibe o suprime el crecimiento de microorganismos, tales como las bacterias, los hongos o los protozoos. Entre los aceites esenciales con estas propiedades se encuentran el ciprés, albahaca, casia, canela, clavo, eucalipto, geranio, lavanda.

- Antidepresivo: un antidepresivo se usa para mejorar la salud de la persona que padece depresión, entre los aceites esenciales con esta propiedad se encuentra el geranio, albahaca, incienso, toronja.
- Antifúngico: un antifúngico trata las infecciones con hongos, entre los aceites esenciales con este tipo de propiedad se encuentran el clavo, casia, incienso, geranio, mirra, menta y tomillo.
- Antiinflamatorio: las propiedades de los antiinflamatorios despiertan una parte de los analgésicos, evitan el dolor al reducir la inflamación. Entre los aceites con este tipo de propiedad se encuentran el de basil, albahaca, el clavo.
- Antioxidante: un antioxidante es una molécula capaz de reducir o prevenir la oxidación de otras moléculas. Entre los aceites esenciales con este tipo de propiedades que se menciona el de clavo, mejorana, romero y tomillo.
- Antiespasmódico: un antiespasmódico suprime las contracciones suaves de los músculos, especialmente en los órganos tubulares. Los aceites esenciales con este tipo de propiedad del ciprés, canela, eucalipto, incienso, geranio, lavanda, limón, mejorana, mirra, menta, romero.
- Astringente: un astringente tiende a disminuir o constreñir tejidos del cuerpo que están usualmente de manera local después de la aplicación tópica. Los aceites esenciales con este tipo de propiedad son el ciprés, incienso, geranio, limón, hierba de limón, mirra, menta, romero, tomillo y canela.

- Diurético: los aceites con estas propiedades son el ciprés, eucalipto, incienso, geranio, toronja, lavanda, limón y romero.
- Sedante: Un sedante produce calma, relajación y la reducción de la ansiedad. Los aceites esenciales con este tipo de propiedades son el ciprés, eucalipto, incienso.

2.1.6. Extracción de aceites esenciales

Para obtener un aceite esencial, se debe aplicar un método de separación física, o química, los más eficaces y conocidos son: por destilación por arrastre de vapor directo, con disolvente, expresión en frío, enfleurage hidro destilación y otros. Debido a que los aceites esenciales son mezclas formadas por una diversidad de sustancias, el método de extracción influye significativamente en la composición del producto obtenido, esto ocasiona que el perfil aromático del aceite esencial varíe en función del método de extracción utilizado.

2.1.6.1. Destilación por arrastre de vapor directo

La destilación por arrastre con vapor también se emplea con frecuencia para separar aceites esenciales de tejidos vegetales, cuando se usa vapor saturado o sobrecalentado generado fuera del equipo principal, ya sea por una caldera, una olla de presión o un matraz adecuado. Esta técnica recibe el nombre de “destilación por arrastre con vapor”, propiamente dicha. También se puede usar el llamado “método directo”, en el que el material está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor. En este caso, se ponen en el mismo recipiente el agua y el material a extraer, se calientan a ebullición y el aceite extraído es arrastrado junto con el vapor de agua hacia un condensador, que enfría la mezcla, la cual es separada posteriormente para obtener el producto

deseado. Este método se usa, de preferencia, cuando el material por extraer es líquido o cuando se utiliza de forma esporádica. Una variante de esta última técnica es la llamada “hidrodestilación”, en la que se coloca una trampa al final del refrigerante, la cual va separando el aceite del agua condensada, con lo cual se mejora y se facilita el aislamiento del aceite esencial. También puede montarse como un reflujo, con una trampa de Clevenger para separar aceites más ligeros que el agua. El vapor de agua condensado acompañante del aceite esencial es llamado “agua floral” y posee una pequeña concentración de los compuestos químicos solubles del aceite esencial, lo cual le otorga un ligero aroma, semejante al del aceite obtenido. En algunos equipos industriales, el agua floral puede ser reciclada continuamente, o bien, es comercializada como un subproducto (agua de colonia, agua de rosas, etc.)

2.1.6.2. Disolventes químicos

A diferencia de los métodos mecánicos, con este método se recupera casi todo el aceite esencial, el porcentaje de pérdida ronda entre el 0,5 %. El procedimiento se lleva a cabo colocando el solvente volátil dentro de un recipiente y, en bandejas perforadas, se coloca el material vegetal, cuando el disolvente fluye, obteniendo una sustancia semisólida con alto contenido de ceras naturales y aromas, este producto se agita en alcohol para tener como resultado final un aceite de alta calidad.

2.1.6.3. Expresión en frío

Algunas esencias no pueden destilarse porque sus componentes químicos se descomponen, por lo que los aceites esenciales se extraen en frío por expresión del pericarpio. Para ello, industrialmente se procede a la escarificación mecánica haciendo pequeñas incisiones en el material vegetal

haciendo rodar los frutos sobre bandejas revestidas de púas que penetran en la epidermis y rompen las glándulas oleíferas. Posteriormente se utiliza una prensa hidráulica para exprimir el material, para luego filtrar y centrifugar el aceite esencial. Comercialmente, este método es muy costoso y de bajo rendimiento, en ciertas ocasiones se combina con otros métodos para obtener un mayor porcentaje de rendimiento.

2.1.6.4. Enfleurage

Este método se utiliza para extraer la esencia del jazmín por lo delicado de sus flores. Si se utilizan otros métodos para extraer el aceite esencial de jazmín puede perder gran parte de su fragancia y propiedades. El método del enfleurage consiste en esparcir los pétalos sobre grasa purificada para que absorba la esencia. Este proceso se repite varias veces hasta que la grasa alcance su nivel de saturación. Después la grasa se disuelve con alcohol y se agita 24 horas. Estos aceites reciben el nombre de pomadas.

2.1.6.5. Hidrodestilación

La hidrodestilación es el método de destilación del material vegetal con vapor de agua. En este método, el vapor de agua arrastra el aceite esencial presente en el material vegetal. En realidad, los aceites esenciales tienen un punto de ebullición superior al del agua, pero la mezcla de aceite esencial más agua presenta un punto de ebullición inferior y por eso puede ser destilada.

Cuando se usa vapor saturado, pero el material vegetal no está en contacto directo con el agua generadora, sino con un reflujó del condensado formado en el interior del destilador, se le denominó hidro extracción. Cuando

se usa vapor saturado, pero la materia prima está en contacto íntimo con el agua generadora del vapor, se le llama hidrodestilación.

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

La fase orgánica, formada por el aceite esencial, se separa fácilmente de la acuosa al tener distinta densidad y ser inmiscibles. Normalmente, la fase orgánica formada por el aceite esencial es la fase menos densa y por ello se encuentra sobre la fase acuosa, aunque hay excepciones como lo es el aceite esencial de clavo de olor. La hidrodestilación es un procedimiento ampliamente utilizado debido a que el equipo es sencillo y posee una amplia versatilidad con respecto a los materiales vegetales utilizados en este método.

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

2.1.6.5.1. Procedimiento de hidrodestilación

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

fácilmente su extracción. La materia prima vegetal se carga en un balón, posteriormente se agrega agua destilada en una relación 1:5 o la óptima estudiada, esta relación se encuentra en función de la densidad aparente del material. El material vegetal debe estar completamente sumergida en el agua dentro de un balón de fondo redondo es acoplado al Neo Clavenger y es colocado en una manta de calentamiento. El agua llega a punto de ebullición y mediante ese proceso arrastra el aceite esencial que se encuentra contenido en el material vegetal. La mezcla vapor saturado y aceite esencial, fluye hacia un condensador donde se obtiene una emulsión líquida inestable.

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

2.1.6.5.2. Equipo utilizado en hidrodestilación

A escala laboratorio, el equipo comúnmente utilizado es el Neo-Clevenger. Estándares internacionales consideran que este equipo es el más adecuado para la determinación del contenido total del aceite esencial de una planta aromática. Está compuesto de un balón, donde se deposita la materia molida y una cantidad conocida de agua pura. Se calienta constantemente el aceite esencial con el agua y se evaporan continuamente. Un condensador va acoplado al balón y una conexión en forma de D, permite acumular y separar el aceite esencial de la mezcla condensada. El agua floral condensada regresa al balón por el rebose de la conexión.

Entre las desventajas del método de hidrodestilación se encuentran:

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

2.1.7. Caracterización fisicoquímica de los aceites esenciales

La caracterización es la técnica necesaria para identificar las propiedades que tienen los materiales al reaccionar a componentes externos, esto se realiza mediante técnicas calificadas y estandarizadas que se mencionan a continuación.

2.1.7.1. Densidad de los aceites esenciales

La densidad de un aceite esencial medida a temperatura estándar (25°C) permite distinguir un aceite esencial auténtico de esencias sintéticas comunes. La densidad se expresa en unidades de masa/volumen, usualmente g/cm³, la mayoría de los aceites esenciales, al estar compuestos fundamentalmente por terpenos y derivados, compuestos orgánicos con átomos ligeros (C, H, O) formando cadenas y anillos, tienen una densidad menor que la densidad del agua. Sin embargo, hay algunos aceites con densidad mayor como canela, clavo de olor o perejil.

2.1.7.2. Índice de Refracción de los aceites esenciales

El índice de refracción es una relación acerca de la velocidad de la luz. cuando un haz de luz que se propaga por un medio ingresa a otro distinto, una parte del haz se refleja mientras que la otra sufre una refracción, que consiste

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

Entonces, la relación entre la velocidad de la luz cuando viaja en el vacío, y la velocidad de la luz cuando viaja en un medio, se le conoce como índice de refracción, es un valor adimensional y se utilizan ecuaciones especiales para transformar los valores obtenidos con el equipo especial a una temperatura uniforme, ya que la turbidez de un medio es perturbada por la temperatura y sus variaciones.

2.1.7.3. pH de los aceites esenciales

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

2.1.7.4. Cromatografía de Gases Acoplado a Espectrofotometría de Masas

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

identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente.

2.1.7.5. Solubilidad de los aceites esenciales

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

2.1.8. Aplicaciones de los aceites esenciales

El fin último de la extracción de un aceite esencia como se ha mencionado es por las propiedades cualitativas y cuantitativas que tienen, sin mencionar los beneficios en las industrias que estos dan, hoy en día es difícil encontrar una empresa o un hogar que no empleen los aceites esenciales de forma directa o de forma indirecta, desde un detergente hasta un aromatizante, por ello mencionamos las aplicaciones principales de los aceites esenciales.

2.1.8.1. Industria alimentaria

Los aceites esenciales se utilizan en la industria alimentaria para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, etc. Los aceites esenciales más empleados por esta industria son el Cilantro, Naranja y Menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos, entre estas están las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre otros. Estos aceites esenciales también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

2.1.8.2. Industria farmacéutica

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

2.1.8.3. Industria de cosméticos

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

2.1.8.4. Industria de productos de uso veterinario

Esta industria emplea el aceite esencial de *Chenopodium Ambrosoides*, el cual es apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También se

requiere limoneno y mentol como insecticidas por lo que diferentes cítricos y menta son utilizados.

2.1.8.5. Otras industrias

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

2.2. Cromatografía

Es un método físico de separación en la que los componentes a separar se distribuyen entre dos fases, una inmóvil, que se conoce como lecho estacionario, y la otra como móvil, que se conoce como fase móvil. La cromatografía se utiliza para la caracterización de mezclas complejas, la cual hoy en día tiene aplicación muy importante en todas las ramas de la ciencia; es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes. Diferencias sutiles en el coeficiente de partición de los compuestos dan como resultado una retención diferencial sobre la fase estacionaria y, por tanto, una separación efectiva en función de los tiempos de retención de cada componente de la mezcla. La cromatografía puede cumplir dos funciones básicas que no se excluyen mutuamente:

Separar los componentes de la mezcla, para obtenerlos más puros y que puedan ser usados posteriormente (etapa final de muchas síntesis).

Medir la proporción de los componentes de la mezcla (finalidad analítica). En este caso, las cantidades de material empleadas suelen ser muy pequeñas.

Existen varios métodos para determinar los componentes químicos, y para ello se han desarrollado diferentes técnicas cromatográficas y se dividen en función de la fase estacionaria

2.2.1. Cromatografía plana

Consiste en colocar la fase estacionaria sobre una placa plana o sobre un papel uniforme. Existen diferentes métodos para realizar esta combinación para realizar la separación de los componentes.

2.2.1.1. Cromatografía en papel

Este método se prefiere en laboratorios de análisis cualitativos, es una técnica no muy potente ya que no requiere de ningún tipo de equipamiento, está constituida por una tira de papel filtro, en la que se deposita, en un extremo, pequeñas gotas de la solución y se hace evaporar el disolvente, que es la fase móvil, este asciende por capilaridad por el papel, arrastrando los componentes químicos hasta dejarlos separados cada uno de ellos y, al conocer las distancias recorridas, se sabe qué componente químico es.

2.2.1.2. Cromatografía en capa fina

Esta es una técnica cromatográfica que utiliza una placa inmersa verticalmente, la fase estacionaria es polar, que regularmente se utiliza sílice gel, adherida a una superficie sólida. La fase estacionaria es una capa uniforme de un absorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser vidrio, aluminio u otro material rígido inerte.

2.2.2. Cromatografía en columna

La técnica de la cromatografía en columna se le conoce así porque es una técnica de purificación, puesto que permite aislar los compuestos deseados de una mezcla, donde la muestra que se quiere separar se deposita en la parte superior del soporte y el resto de la columna se llena con el eluyente (disolvente que constituye la fase móvil) que, por efecto de la gravedad, hace mover la muestra a través de la columna.

2.2.2.1. Cromatografía de líquidos

Esta técnica permite la separación física de los componentes por la adsorción selectiva de los constituyentes de una mezcla, la fase estacionaria es un material como alúmina, sílice o resinas de intercambio iónico, dependiendo de la relación carga/tamaño algunos constituyentes de la mezcla se retendrán con mayor fuerza sobre el soporte sólido que otros, es decir serán adsorbidos, lo que provocará su separación. Las sustancias que permanecen más tiempo libres en la fase móvil avanzan más rápidamente con el flujo de la misma, y las que quedan más unidas a la fase estacionaria o retenidas avanzan menos y por lo tanto tardarán más en salir o fluir. Este es el principio fundamental de la cromatografía. Un ejemplo notable es la cromatografía de intercambio iónico.

2.2.2.2. Cromatografía de gases.

La muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de un mechero de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. Este tipo de cromatografía, a diferencia de los otros, es que la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito, transportado a través de la columna y se divide en cromatografía gas-sólido (GSC) y cromatografía gas-líquido, estas se realizan dentro de un horno con un detector.

2.2.2.3. Cromatografía de fluidos super críticos

Un fluido supercrítico pertenece a cualquier sustancia que se encuentra a condiciones de presión y de temperatura mayor a su punto crítico, el que tiene un comportamiento híbrido de líquido y de gas, por esta propiedad tan especial y de altas condiciones se utiliza en la cromatografía para determinar compuestos, ya que en condiciones críticas pequeños cambios de presión y de temperatura producen grandes cambios en la densidad.

2.2.3. Espectrometría de masas

Es la técnica analítica más completa que existe, se utiliza en investigación y en procesos industriales, como control de calidad, se caracteriza por tener alta capacidad inequívoca y práctica, ya que le proporciona un espectro característico de cada molécula, mide la concentración de cada sustancia.

Dentro del espectrómetro de masas se realiza la ionización de la muestra por diferentes métodos, ionizadas las moléculas, se aceleran y se conducen hacia el sistema colector mediante campos eléctricos o magnéticos. La velocidad alcanzada por cada ion será dependiente de su masa. La detección

consecutiva de los iones formados a partir de las moléculas de la muestra, suponiendo que se trate de una sustancia pura, produce el espectro de masas de la sustancia, que es diferente para cada compuesto químico y que constituye una identificación prácticamente inequívoca del compuesto analizado.

2.2.4. Acoplamiento cromatografía de gases con espectrometría de masas

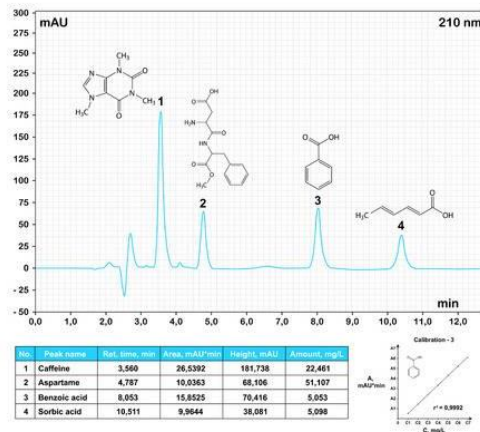
Es una técnica separativa que tiene la cualidad de conseguir la separación de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra problema, el único dato de que disponemos para la identificación de cada uno de ellos es el tiempo de retención de los correspondientes picos cromatográficos. Este dato no es suficiente para una identificación inequívoca, sobre todo cuando analizamos muestras con un número elevado de componentes, como es frecuente en cromatografía de gases capilar.

Por otra parte, la espectrometría de masas puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente. Por lo tanto, la asociación de las dos técnicas, GC (Gas Chromatography) y MS (Mass Spectrometry) da lugar a una técnica combinada GC-MS que permite la separación e identificación de mezclas complejas.

Los resultados obtenidos es un gráfico que muestra los diferentes picos en una gráfica, también indica los tiempos de retención, a la que fue detectado cada componente, también se adjunta una de resultados que menciona el

nombre de los componentes según el tiempo de retención, con su porcentaje de área de cada pico respectivo.

Figura 3. **Resultados de una cromatografía GC-MS**



Fuente: Chromatos, *Resultados de una cromatografía*. es.123rf.com/ photo_43550957

Consulta: 15 de julio 2018.

2.3. Especie frutal

En la diversidad de productos vegetales, se estudió la mandarina Dancy, ya que según estudios presenta un alto porcentaje de aceite esencia, tiene olor agradable, y presenta propiedades de beneficio a la salud.

2.3.1. Nombre científico

- *Familia: Rutáceas.*
- *Género: Citrus.*
- *Especie: Reticulata*
- *Origen: China e Indochina.*

- *Nombre científico: Citrus reticulata, var. Dancy: adaptación desde los 300 a 1,100 msnm, fruto redondo, color de pulpa anaranjado, sabor dulce, corteza suavemente granulada, poca semilla, y tamaño mediano.*

2.3.2. Citrus reticulata

Citrus reticulata es una especie de árbol, perteneciente al género botánico citrus, entre estas familias, que son más de 1600 especies, con un fruto particular, de tamaño variado y forma de esferoide. Conformado por pulpa rica en jugos con gran cantidad de vitamina C flavonoides y aceites esenciales.

Estos cítricos son auto fértiles, necesitan de las abejas para transportar polen de los órganos masculinos a los femeninos. También son perteno carpícos ya que no necesitan la polinización.

2.3.3. Descripción

Árbol pequeño de 2-6 m de altura, con tronco con frecuencia torcido, generalmente sin espinas. Ramillas angulosas. Hojas oblongo-ovales, elípticas o lanceoladas, de 3.5-8 cm de longitud y 1.5-4 cm de anchura, con la base y el ápice obtusos. Margen aserrado por encima de la base. Son de color verde oscuro brillante en el haz y verde amarillento en el envés, fragantes cuando se las tritura. Pecíolos con ala muy corta. Inflorescencias axilares o terminales con 1-4 flores pentámeras, de color blanco, olorosas, de 1.5-2.5 cm de diámetro. 18-23 estambres, casi libres. Frutos de 4-7 cm de longitud y 5-8 cm de diámetro, globoso-deprimidos. Su color varía de amarillo verdoso al naranja y rojo anaranjado. La superficie es brillante y está llena de glándulas oleosas hundidas. La cáscara es delgada, muy fragante, separándose fácilmente de la pulpa. Pulpa jugosa y dulce, refrescante. Semillas oblongo-ovoides.

Figura 4. **Árboles de mandarina Dancy**



Fuente: siembra de mandarina Dancy, en el municipio de Oratorio, Santa Rosa.

2.3.4. Usos y beneficios

La mandarina se conoce en el mundo por su alto contenido de vitamina C la cual previene enfermedades, sobre todo, en invierno.

La mandarina pertenece al grupo de frutos llamados hesperidios y su pulpa está formada por un considerable número de gajos llenos de jugo. La pulpa contiene vitamina C, vitamina B, ácido cítrico, azúcar reductora y caroteno, aunque debe mencionarse que no grandes cantidades. Su piel o flavedo contiene aceite volátil y glucósido y sus semillas, aceites grasos, proteínas y sustancias amargas. Tiene propiedades broncodilatadoras y antiinflamatorias adecuada en el tratamiento de úlceras, ayuda el intestino y la digestión, y debido a su sabor intenso causa un efecto de saciedad lo que resulta ideal para combatir el exceso de peso, diabetes y el hipercolesterolemia.

La mandarina también contiene minerales, como el potasio que ayuda al desarrollo del metabolismo celular, del metabolismo celular, fortalece huesos y dientes. Las clementinas contienen abundante fibra que ayudan a prevenir padecimientos cardiovasculares, estreñimiento, cáncer de colon y obesidad.

La mandarina contiene carotenoides y contribuye con betacaroteno en grandes cantidades. Estas desarrollan una función antioxidante que evitan la acción perjudicial de los radicales libres, que son responsables del progreso de padecimientos cardiovasculares, degeneración de las células y el cáncer.

Debido a que los beneficios y propiedades son múltiples, estos son los usos medicinales de la mandarina:

- Ayuda a quemar grasa.
- Buena para el colágeno, los huesos y los dientes.
- Alta fuente de sustancias antioxidantes.
- Ayuda a relajarse.
- Mejora el tránsito intestinal.
- Diurética (problemas de retención de líquidos)
- Mejora la vista.
- Generación de glóbulos rojos y blancos.
- Su cascara tiene propiedades anticancerígenas.
- Buena para la hipertensión.
- Si se mastica la cascara estimula el apetito.
- Recomendada para el embarazo y en el periodo de lactancia.
- Es desintoxicante y depuradora.
- Recomendable para casos de gota, artritis, reuma y ácido úrico.
- Fortalece el sistema de defensas.
- Ayuda a reforzarnos contra las infecciones.

- Combate enfermedades respiratorias como tos, catarros y resfriados.

El consumo fresco de la mandarina, además de la preparación de jugos, néctares y concentrados, también se utiliza en la industria farmacéutica y en la de cosméticos y perfumes. Los aceites esenciales se usan como aromatizantes y saborizantes y las cáscaras deshidratadas se obtienen pectinas medicinales.

El cultivo de la mandarina beneficia a los caficultores porque es una opción para sustituir áreas marginales para café por un cultivo cuya demanda nacional es insatisfecha y se importa de otros países para cubrir las necesidades del mercado.

Tabla I. **Valor nutricional por cada 100 gramos de mandarina**

Energía	53kcal 220kJ
Carbohidratos	13,34 g
Azúcares	10,58 g
Fibra alimentaria	1,18 g
Grasas	0,31 g
.Saturadas	0,039 g
Trans	0,00 g
Monoinsaturadas	0,06 g
Poliinsaturadas	0,065 g
Proteínas	0,81 g
Agua	85,17 g
Retinol (vit. A)	34 µg (4%)
Tiamina (vit. B ₁)	0,058 mg (4%)
Riboflavina (vit. B ₂)	0,036 mg (2%)
Niacina (vit. B ₃)	0,376 mg (3%)
Vitamina B ₆	0,078 mg (6%)
Ácido fólico (vit. B ₉)	16 µg (4%)
Vitamina B ₁₂	0 µg (0%)
Vitamina C	26.7 mg (45%)
Vitamina D	0 µg (0%)

Continuación de la tabla I

Vitamina E	0.2 mg (1%)
Vitamina K	0 µg (0%)
Calcio	37 mg (4%)
Hierro	0.15 mg (1%)
Magnesio	12 mg (3%)
Fósforo	20 mg (3%)
Potasio	166 mg (4%)
Sodio	2 mg (0%)
Zinc	0.07 mg (1%)

Fuente: USDA *Food Composition Databases*. www.ndb.nal.usda.gov/ndb Consulta: 16 de enero 2018.

2.3.5. Aspectos ecológicos

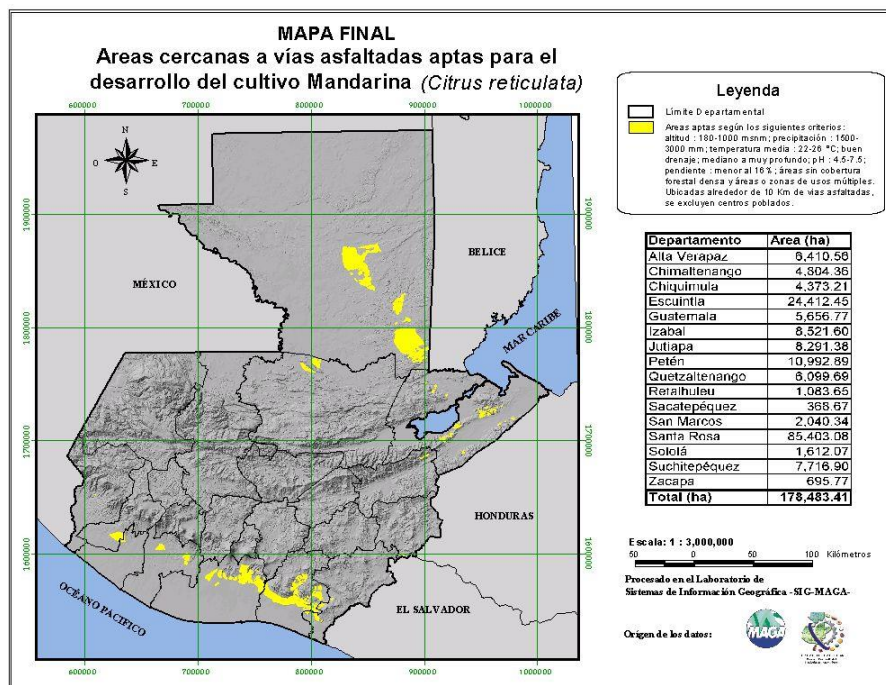
Es una especie subtropical. No tolera las heladas, ya que sufre tanto las flores y frutos como la vegetación, que pueden desaparecer totalmente. Presenta escasa resistencia al frío a los -3 °C a -5 °C la planta muere, No requiere horas-frío para la floración. No presenta reposos invernales, sino una parada del crecimiento por las bajas temperaturas (quiescencia), que provocan la inducción de ramas que florecen en primavera. Requiere importantes precipitaciones (alrededor de 1.200 mm), que cuando no son cubiertas hay que recurrir al riego. Necesita temperaturas cálidas durante el verano para la correcta maduración de los frutos.

Es una especie ávida de luz para los procesos de floración y fructificación, que tienen lugar preferentemente en la parte exterior de la copa y faldas del árbol. Por tanto, la fructificación se produce en copa hueca, lo cual constituye un inconveniente a la hora de la poda. Es muy sensible al viento, sufriendo pérdidas de frutos en precosecha por transmisión de la vibración. En cuanto a suelos los prefiere arenosos o franco-arenosos, profundos, frescos y sin caliza,

con pH comprendido entre 6 y 7. No tolera la salinidad, aunque la utilización de patrones supone una solución a este problema.

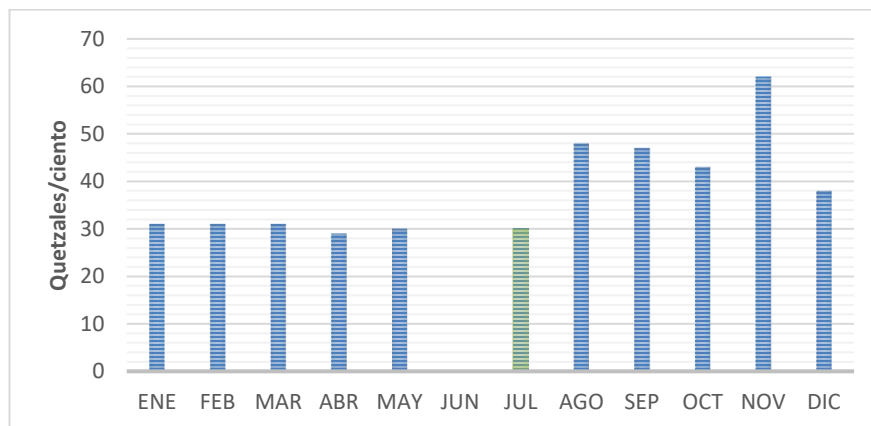
La humedad relativa influye sobre la calidad de la fruta. La mandarina en regiones donde la humedad relativa es alta tiende a tener cáscara delgada y suave, mayor cantidad de jugo y de mejor calidad. La baja humedad favorece una mejor coloración de la fruta. El rango adecuado de humedad relativa puede considerarse entre 60 y 70 %. Las altitudes aptas para el cultivo de Mandarina oscilan entre los 400 a 1300 msnm.

Figura 5. **Áreas aptas para el cultivo de la Mandarina en Guatemala**



Fuente: *Sistema de información geográfica*, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Figura 6. **Precio promedio mensual, pagado al mayorista del 2009/2016**



Fuente: dirección de planeamiento. Ministerio de agricultura, ganadería y agricultura. boletín mensual de precios de productos agrícolas e indicadores, Año 2017.

2.4. D-Limoneno

Es una sustancia natural presente en los aceites esenciales de las cáscaras de los cítricos y les da el olor que caracteriza a los mismos. El limoneno es una molécula que pertenece al grupo de los terpenos funcionando como antioxidantes. Esta molécula presenta un carbono asimétrico como estero centro, por esta forma particular existen dos isómeros ópticos, dextro y levo.

2.4.1. Propiedades

Es una sustancia líquida, incolora a temperatura ambiente. Con una pureza de mono terpenos del 95 %, los isómeros de esta sustancia que es el dextro limoneno tiene un olor a limón, mientras que el levo limoneno tiene un olor a pino. Otra de sus propiedades importantes es que es inflamable a una

temperatura superior de los 50 °C, pero no es tóxico ni dañino, no es soluble en agua y la densidad es de 0.84 g/mL. Se oxida con la luz ultravioleta.

2.4.2. Usos

En los últimos años han cobrado importancia debido a su demanda como disolvente biodegradable; además, es un disolvente industrial y tiene aplicaciones como componente aromático y en la síntesis de nuevos compuestos químicos.

El D-Limoneno está encontrando un amplio uso en la industria de productos de limpieza del hogar, industria alimentaria y cosmética, en parte, porque su aroma es agradable. También se usa en disolvente de resinas, pigmentos, tintas, pinturas, en la fabricación de adhesivos, como aditivo en fragancias, en fluidos refrigerantes, como control de olores, etc. También es usado por las industrias farmacéutica y alimentaria como aromatizante y para dar sabor, siendo usado, por ejemplo, en la obtención de sabores artificiales de menta y en la fabricación de dulces, goma de mascar, bebidas y especias, también en los insecticidas para repeler o matar hormigas, pulgones, cochinillas, moscas, ácaros, cucarachas, avispas, rosales, plantas ornamentales.

Su propiedad de poca miscibilidad con el agua significa que es empleado como desengrasante flotante para uso en estaciones de bombeo de aguas residuales y como desengrasante de piezas y de tanques de inmersión. En aplicaciones desengrasantes, su relativamente alto poder de disolvente implica el uso de pequeños volúmenes. Sin embargo, a causa de su baja volatilidad, los tiempos de secado son normalmente más largos que para los disolventes clorados más comúnmente usados. El D-Limoneno está siendo considerado

como un sustituto del metil etil cetona, acetona, tolueno, xileno y muchos disolventes clorados (hidrocarburos clorados y clorofluorocarbonos). Sin embargo, en aplicaciones de síntesis química, la reactividad del doble enlace C=C debe ser tomada en cuenta. También existe la preocupación de que esto podría conducir a la degradación del disolvente.

2.4.3. D-Limoneno beneficio saludable

Recientes estudios parecen apuntar que el D-Limoneno tiene efectos anticancerígenos. Incrementa los niveles de enzimas hepáticas implicados en la detoxificación de carcinógenos. La glutatión S-transferasa (GST) es una enzima muy importante en la detoxificación de xenobióticos. El limoneno parece promover el sistema GST del hígado y los intestinos atenuando el efecto dañino de los carcinógenos. Estudios en animales demuestran que limoneno en la dieta reduce el crecimiento tumoral en mamíferos. Estudios preliminares publicados en la década de 1990 indican que el D-limoneno puede proteger contra el cáncer. En una revisión de investigación publicada en *Critical Reviews in Oncogenesis* en 1994, por ejemplo, los investigadores analizaron la investigación disponible sobre D-limoneno y determinaron que puede ayudar a inhibir el crecimiento de tumores y posiblemente proteger contra el cáncer de mama. La investigación más reciente sobre D-limoneno y cáncer incluye un estudio de 2012 de *Human and Experimental Toxicology*, en el que las pruebas en ratones revelaron que el D-limoneno podría ayudar a proteger contra el cáncer de piel en parte mediante la reducción de la inflamación y el estrés oxidativo. Además, un estudio de 2012 publicado en *Life Sciences* sugiere que el D-limoneno puede ayudar a combatir el cáncer de colon. En pruebas en células humanas, los autores del estudio encontraron que el D-limoneno puede proteger contra el cáncer de colon al inducir apoptosis (un tipo de muerte celular programada esencial para detener la proliferación de células cancerosas).

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Localización

La parte experimental de la investigación se realizó en las siguientes instalaciones:

- 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.

3.1. Variables

Son las condiciones en las que se realizaron las corridas del experimento, estas se dividen en independientes y dependientes.

3.1.1. Variables independientes

Una variable independiente son las condiciones que pueden cambiar libremente su valor, sin que este sea afectado por alguna otra variable.

- Altitud de la zona de cultivo:
 - Chiquimulilla, Santa Rosa 294 msnm.
 - San Felipe, Retalhuleu: 614msnm.
 - Oratorio, Santa Rosa: 951 msnm.

- Tiempo de extracción de aceite esencial: 2 horas, 4 horas, 6 horas
- Granulometría del material vegetal: mesh No. 4, mesh No 8, mesh No 12. Correspondiente a un tamaño de partícula de 4,699mm, 2,362mm, 1,397mm respectivamente.

3.1.2. Variables dependientes

- Rendimiento obtenido del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*).
- Densidad del aceite esencial.
- Índice de refracción del aceite esencial.
- Potencial de Hidrógeno del aceite esencial.
- Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial.
- Componentes químicos principales en el aceite esencial.

3.1.3. Variable de respuesta

La variable de respuesta para cada tratamiento planteado en la fase experimental fue el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy a partir de la variación de la altitud en la zona de cultivo del fruto, el tiempo de extracción y el tamaño de la partícula, todas estas variaciones realizadas por el método de hidrodestilación en el equipo Neo-Clavenger a escala laboratorio.

Tabla II. **Variables independientes y dependientes en el proceso de extracción del aceite esencial proveniente del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata*, var. Dancy)**

No	Variable	Valores	Dimensional	Descripción
1	Altitud	951	msnm	Metros sobre el nivel del mar de la zona de cultivo.
		614		
		294		
2	Tiempo	2	h	Horas en el tiempo de extracción.
		4		
		6		
3	Granulometría	4	Mesh	Es el número de orificios por pulgada cuadrada.
		8		
		12		
4	Rendimiento	*VE	%	Porcentaje
5	Índice de refracción	*VE	Adimensional	Cociente de velocidad de la luz en el vacío y en el aceite.
6	Potencial de Hidrogeno	*VE	Adimensional	Concentración de iones Hidrogeno.
7	Densidad	*VE	g/mL	Gramos sobre milímetro.
8	Contenido de D-Limoneno	*VE	%	Porcentaje de área.
9	Componentes principales	*VE	%	Porcentaje de área.

Fuente: elaboración propia, *VE: Valor experimental.

3.2. Delimitación del Campo de Estudio

La investigación es de carácter cuantitativo, experimental y comparativo. Se desarrolló la evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. **Dancy**) proveniente de tres altitudes diferentes de cultivo, tres tamaños de partícula y tres tiempos de extracción, utilizando el método de hidrodestilación a

escala laboratorio para determinar los componentes químicos presentes en el aceite esencial mediante cromatografía gaseosa con acoplamiento de espectrometría de masas (GC-MS).

3.3. Obtención de las muestras

La materia prima se obtuvo de tres plantaciones de árboles frutales de cítricos ubicadas en:

- Chiquimulilla, Santa Rosa 294 msnm.
- San Felipe, Retalhuleu: 614msnm.
- Oratorio, Santa Rosa: 951 msnm.
 - El municipio de Chiquimulilla del departamento de Santa Rosa; perteneciente a la región suroriental de Guatemala. Esta plantación se encuentra ubicada a una altura de 294 metros sobre el nivel del mar
 - El municipio de Oratorio, departamento de Santa Rosa, perteneciente a la región suroriental de Guatemala, a 951 metros sobre el nivel del mar.
 - El municipio de San Felipe del departamento de Retalhuleu; perteneciente a la región suroccidente de Guatemala. Esta plantación se encuentra ubicada a una altura de 614 metros sobre el nivel del mar.

Los frutos recolectados de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*) se clasificaron según la pigmentación del flavedo, basándonos en el valor +1, +3, +6 según el código de colores que se encuentra en el anexo A. Posteriormente, se varió el tamaño de partícula del flavedo

realizando cortes con tijera y con rallador, y luego para separar los diferentes tamaños de partícula se utilizó un tamizador. Se obtuvo la extracción y caracterización fisicoquímica del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*). Utilizando el método de hidrodestilación a escala laboratorio.

3.4. Técnicas cuantitativas y cualitativas

Las técnicas tomadas dentro del marco del presente estudio se dividen en dos grupos, técnica cuantitativa que es toda aquella que el resultado es un valor numérico, y la técnica cualitativa, que es toda aquella que su resultado es de carácter lingüístico.

	Técnica	Cuantitativa	Cualitativa
Materia prima	Altura de zona de cultivo		X
	Análisis granulométrico		X
	Tiempo de extracción	X	
Aceite esencial	Porcentaje de rendimiento	X	
	Densidad	X	
	Índice de refracción	X	
	Potencial de hidrogeno	X	
	Contenido de D-Limoneno	X	
	Composición Química		X

Fuente: elaboración propia.

3.5. Diseño de tratamientos

Para la evaluación estadística se utilizó un diseño completamente aleatorio de las extracciones, aplicando un experimento tri-factorial, evaluando 1 especie de mandarina, 3 alturas de cultivo sobre el nivel del mar, 3 tamaños de partículas del material vegetal y 3 tiempos de extracción. Conjugando cada uno

de los factores con sus diferentes niveles, se desarrollaron 27 tratamientos, y cada tratamiento se realizó con tres replicas para determinar un comportamiento estadístico. Combinando los tratamientos con sus réplicas tenemos un total de 81 corridas.

Tabla III. **Factores y niveles presentes dentro del estudio**

Factores	Niveles
Altitud	951 msnm
	614 msnm
	294 msnm
Granulometría	Mesh No 4
	Mesh No 8
	Mesh No 12
Tiempo de extracción	2 horas
	4 horas
	6 horas

Fuente: elaboración propia.

Para determinar de forma más sencilla el número de corridas para el diseño experimental se puede reducir la matriz de las diferentes combinaciones con el simple uso de la siguiente ecuación que relaciona niveles, factores y el número de réplicas que se realizará.

$$Corridas = (Niveles)^{Factores} * (Réplicas)$$

$$Corridas = 3^3 * 3$$

$$Corridas = 81$$

3.6. Recursos humanos

Investigador: Br. Eduardo Antonio De Paz Rodas.

Asesores: Ing. Qca. Telma Maricela Cano Morales.
Inga. Qco. Mario José Mérida Meré.

Revisor: Ing. Cesar Ariel Villela Rodas.

3.7. Recursos Materiales

3.7.1. Materia Prima

- Flavedo de Mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*)

3.7.2. Materiales Auxiliares

- Rayador de cascara de frutos.
- Tijera de cocina
- Regla
- Papel Parafilm

3.7.3. Cristalería

- Beacker de 25 mL
- Beacker 50 mL
- Vidrio de reloj
- Probeta de 500 mL
- Viales de color Ámbar de 3 mL

- Micropipeta de 1 mL
- Balones de fondo redondo de 1000 mL

3.7.4. Reactivos

- Agua desmineralizada
- Etanol al 95 %

3.7.5. Equipo

- Balanza analítica digital.
- Bomba sumergible para recircular el refrigerante.
- Tamices mesh No. 4, No. 8 y No. 12.
- Tamizador de laboratorio.
- Mantas de calentamiento “ThermoScientific” de 200 Vatios.
- Neo Clevenger.
- Papel pH.
- Refractómetro Abbe NAR-1T Liquid.
- Cromatógrafo de gases con acoplamiento de espectrometría de masas (GC-MS).

3.8. Procedimiento

Se presenta el procedimiento empleado en la fase experimental para realizar cada uno de los tratamientos en la extracción del aceite esencial de mandarina Dancy y el algoritmo de pasos utilizados en los análisis físicos y químicos del aceite esencial.

3.9. Preparación de la materia prima

La preparación de la materia prima consiste en una operación unitaria de lavado, que pasa un solvente, en este caso, el agua para obtener un sólido sin agentes externos que interfieran posteriormente en los resultados obtenidos.

3.9.1. Granulometría del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*)

- Clasificación de la materia prima por su pigmentación según apéndice A para uniformizar el tiempo de madurez de la mandarina utilizada.
- Para el tamaño de partícula grande (mesh No. 4) se retiró la cascara de la mandarina de forma manual y se redujo el tamaño de partícula realizando cortes con tijeras.

Figura 7. **Tamaño de partícula grande**



Fuente: elaboración propia.

- Para el tamaño de partícula mediana y pequeño (mesh No. 8 y mesh No. 12) se redujo el tamaño de partícula utilizando un rallador de cocina.

Figura 8. **Rallador de partícula mediana y partícula pequeña**



Fuente: elaboración propia.

- Con el flavedo de tamaños reducidos se armó el juego de tamices mesh No. 4, mesh no.8, mesh No. 12. Y se colocó un tamiz superior y uno inferior para soporte de la materia prima restante.
- Se colocó el juego de tamices en el tamizador de laboratorio y se puso a funcionar durante 10 minutos por cada 150 gramos de material vegetal inicial.

Figura 9. **Tamizador de laboratorio**



Fuente: elaboración propia en el Laboratorio de investigación de extractos vegetales - LIEXVE-. 2018.

- Al finalizar el trabajo mecánico de la tamizadora se recolecta el material vegetal separado por su tamaño de partícula.

Figura 10. **Variaciones de tamaño de partícula empleados para la extracción del aceite vegetal**



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-. 2018.

3.9.2. Extracción de aceite esencial a escala laboratorio por el método de hidrodestilación

- Se lavan las secciones del Neo Clavenger con etanol al 95 % y agua para evitar la influencia de agentes externos al experimento.
- Se pesan 75 g de flavedo la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*).
- Se colocan en un balón de fondo redondo de 1000 mL.
- Siguiendo la relación 1:5 (materia prima/agua desmineralizada) se agregan 375 mL de agua desmineralizada cubriendo el material vegetal.
- Se acopla el balón que contiene el material vegetal con el Neo Clavenger.
- Se hace recircular el anticongelante por el condensador del Neo Clavenger, manteniendo el anticongelante de recirculación a una temperatura de 10 °C.
- Se transfiere calor al balón de 1000 mL con la manta calentamiento, hasta que inicie la ebullición.
- Iniciada la ebullición, se toma el tiempo de destilación de 2 horas, 4 horas y 6 horas según la corrida correspondiente.
- Completado el tiempo de destilación, se suspende el calentamiento y se espera hasta que termine el condensado.
- Se tara el un vial de 3 mL.
- Se transporta el aceite a un vial color ámbar, separando la fase oleosa del agua.
- Se establece la masa del vial, pero ahora conteniendo el aceite recuperado, y finalmente por diferencia se determina la masa del aceite obtenido en la destilación.
- El vial se almacenará en frío para evitar que el aceite esencial se volatilice.

3.10. Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos realizados para cada muestra de aceite esencial obtenido fueron: densidad, índice de refracción y potencial de hidrógeno.

3.10.1. Densidad

Para este análisis se utiliza el picnómetro de 1 mL.

- Limpiar y secar cuidadosamente el picnómetro.
- Tarar y anotar la masa del picnómetro.
- Agregar aceite esencial hasta el borde
- Tomar nuevamente la masa del picnómetro con el aceite esencial.
- Se calcula la densidad dividiendo el peso en gramos dentro del volumen del picnómetro.

3.10.2. Índice de refracción

Para la realización de este análisis se utilizó el refractómetro Abbe NAR-1T Liquid del laboratorio de investigación de productos naturales (LIPRONAT).

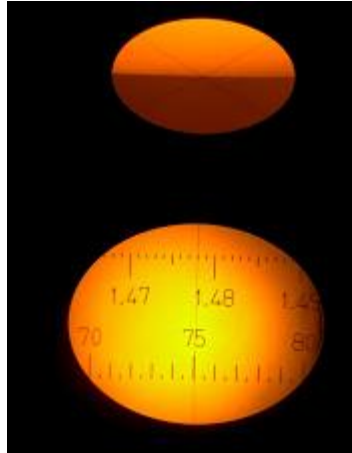
Figura 11. **Refractómetro Abbe NAR-1T LIQUID**



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales, LIPRONAT. 2018

- Primero se comprueba que el prisma del refractómetro este limpio aplicando unas gotas de Xileno.
- Se agregan dos gotas de aceite esencial al prisma, utilizando una micropipeta.
- Se enciende la lámpara usando el interruptor en el lado izquierdo y se ajusta para asegurar el brillo adecuado en el prisma de medición.
- Se observa por el ocular, girar la perilla de compensación de color hasta que aparezca una línea clara y definida en el campo de visión.
- Se gira la perilla de medición alineando la línea delimitadora, con las líneas de intersección (ajustar claro y oscuro al centro).

Figura 12. Ocular del refractómetro para medición del I.R.



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Productos Naturales, LIPRONAT. 2018.

- Se mueve la palanca de la parte inferior izquierda y leer en la escala superior el índice de refracción y repetir la operación en función del número de soluciones a utilizar.
- Registrar el índice de refracción. Después leer el termómetro y registrar la temperatura.
- Se obtiene el índice de refracción a diferentes temperaturas ambiente
- Se corrige el valor del índice de refracción a una temperatura de 20 °C para tener valores uniformes y poder realizar un análisis comparativo
- Se utiliza la ecuación $I.R.^{20^{\circ}C} = I.R.^{n^{\circ}C} + 0.00044(T - 20)$ para obtener índices de refracción a 20 grados centígrados.

3.10.3. Potencial de Hidrógeno (pH)

Para este estudio se utilizó papel pH marca Merck.

- Con la ayuda de una micropipeta se colocan dos gotas del aceite esencial en el papel Ph.
- Se espera a que termine de realizar el viraje de colores.
- Se comparan los cuatro colores del papel pH con los indicadores.
- Se toma nota del valor del pH del aceite esencial.

Figura 13. **Indicador universal de pH**



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales -LIEXVE-. 2018.

3.11. Recolección y ordenamiento de la información

Una vez establecidas las variables dependientes e independientes, se llevó a cabo la parte experimental. Para ello, se estableció el orden de la recolección y el ordenamiento de la información, que se realizó de la siguiente manera:

Tabla IV. **Resumen del diseño experimental de tratamientos**

	Factor	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Tratamientos		
1.	Nivel altitudinal	294 msnm.	614 msnm.	951 msnm.	3		
2.	Tamaño de partícula	Mesh 12	Mesh 8	Mesh 4	3		
3.	Tiempo de extracción	2 horas	4 horas	6 horas	3		
					Repeticiones: 3	27	Total :81

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Corrida	Agua (mL)	Peso inicial (g)	Peso vial (g)	Peso Vial + Aceite (g)	Peso del aceite	% R
No. 12	2	1	375	75	5,684	7,971	2,286	3,048
		2	375	75	5,779	7,647	1,868	2,491
		3	375	75	5,697	7,856	2,159	2,879
	4	1	375	75	5,874	8,899	3,025	4,034
		2	375	75	5,949	8,430	2,481	3,308
		3	375	75	5,781	8,219	2,438	3,251
	6	1	375	75	5,751	8,242	2,491	3,321
		2	375	75	5,792	7,859	2,067	2,756
		3	375	75	5,702	7,614	1,912	2,549
No. 8	2	1	375	75	5,768	7,791	2,023	2,697
		2	375	75	5,749	7,812	2,063	2,750
		3	375	75	2,934	3,551	0,617	0,823
	4	1	375	75	5,825	8,241	2,415	3,221
		2	375	75	5,743	8,241	2,498	3,331
		3	375	75	5,825	8,241	2,415	3,221
	6	1	375	75	5,673	7,733	2,060	2,746
		2	375	75	5,666	7,628	1,962	2,616
		3	375	75	5,668	7,628	1,960	2,613
No. 4	2	1	375	75	2,908	3,111	0,203	0,271
		2	375	75	2,897	3,193	0,295	0,394
		3	375	75	2,949	3,240	0,291	0,388
	4	1	375	75	2,898	3,391	0,494	0,658
		2	375	75	2,863	3,428	0,565	0,753
		3	375	75	2,865	3,424	0,559	0,745
	6	1	375	75	2,948	3,247	0,300	0,399
		2	375	75	2,935	3,364	0,430	0,573
		3	375	75	2,856	3,063	0,207	0,275

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	Corrida	Agua (mL)	Peso Inicial (g)	Peso Vial (g)	Peso Vial + Aceite (g)	Peso del aceite	% R
No. 12	2	1	375	75	5,847	8,230	2,383	3,177
		2	375	75	5,713	8,475	2,762	3,683
		3	375	75	5,754	8,575	2,821	3,761
	4	1	375	75	5,750	9,137	3,387	4,516
		2	375	75	5,754	8,313	2,559	3,412
		3	375	75	5,812	9,035	3,223	4,297
	6	1	375	75	5,795	8,793	2,998	3,997
		2	375	75	5,772	8,734	2,962	3,949
		3	375	75	5,754	8,875	3,121	4,161
No. 8	2	1	375	75	5,665	7,895	2,230	2,973
		2	375	75	5,637	7,462	1,825	2,433
		3	375	75	5,698	8,084	2,386	3,181
	4	1	375	75	5,658	8,650	2,992	3,989
		2	375	75	5,645	8,174	2,529	3,372
		3	375	75	5,800	8,949	3,149	4,199
	6	1	375	75	5,827	7,927	2,100	2,800
		2	375	75	5,761	8,208	2,447	3,263
		3	375	75	5,742	8,083	2,341	3,121
No. 4	2	1	375	75	2,887	3,116	0,229	0,305
		2	375	75	2,820	3,171	0,351	0,468
		3	375	75	2,780	3,194	0,414	0,552
	4	1	375	75	2,832	3,073	0,241	0,321
		2	375	75	2,906	3,237	0,331	0,441
		3	375	75	2,809	3,105	0,296	0,395
		1	375	75	2,944	3,2367	0,029	0,388
		2	375	75	2,840	3,381	0,541	0,721
		3	375	75	2,860	3,313	0,454	0,605

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	Corrida	Agua (mL)	Peso Inicial (g)	Peso Vial (g)	Peso Vial + Aceite (g)	Peso del aceite	% R
No. 12	2	1	375	75	5,576	7,569	1,993	2,658
		2	375	75	5,863	8,040	2,176	2,902
		3	375	75	5,797	8,069	2,271	3,029
	4	1	375	75	5,810	9,069	3,259	4,345
		2	375	75	5,720	8,938	3,217	4,290
		3	375	75	5,735	8,039	2,305	3,073
	6	1	375	75	5,672	8,733	3,061	4,081
		2	375	75	5,771	8,785	3,014	4,019
		3	375	75	5,754	8,903	3,149	4,198
No. 8	2	1	375	75	2,968	3,478	0,510	0,680
		2	375	75	2,844	3,757	0,913	1,218
		3	375	75	5,689	7,506	1,817	2,423
	4	1	375	75	5,903	7,336	1,433	1,910
		2	375	75	5,855	7,447	1,592	2,122
		3	375	75	4,908	6,917	2,009	2,679
	6	1	375	75	2,881	3,973	1,092	1,456
		2	375	75	5,798	7,938	2,141	2,854
		3	375	75	2,897	4,286	1,389	1,852
No. 4	2	1	375	75	2,818	3,456	0,637	0,637
		2	375	75	2,914	3,226	0,312	0,416
		3	375	75	2,886	3,581	0,695	0,695
	4	1	375	75	2,954	3,671	0,717	0,956
		2	375	75	2,933	3,495	0,562	0,749
		3	375	75	2,916	3,617	0,701	0,701
	6	1	375	75	2,884	3,251	0,367	0,489
		2	375	75	2,878	3,454	0,576	0,768
		3	375	75	2,880	3,249	0,369	0,492

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Corrida	Tara (g)	Peso final (g)	Volumen (g)	ρ (g/mL)	pH
No. 12	2	1	13,4864	14,061	0,8	0,718	5
		2	13,3461	14,208	1,0	0,861	5
		3	13,4819	14,297	1,0	0,815	5
	4	1	13,3723	14,197	1,0	0,825	5
		2	13,3791	14,202	1,0	0,823	5
		3	13,5029	14,292	1,0	0,789	5
	6	1	13,4843	14,061	0,7	0,823	5
		2	13,3771	14,215	1,0	0,838	5
		3	13,4687	14,194	0,9	0,806	5
No. 8	2	1	13,473	14,288	1,0	0,815	5
		2	13,3886	14,240	1,0	0,851	5
		3	13,4007	14,251	1,0	0,850	5
	4	1	13,4028	14,255	1,0	0,852	5
		2	13,4104	14,257	1,0	0,846	5
		3	13,3849	14,941	2,0	0,778	5
	6	1	13,4419	14,001	0,6	0,931	5
		2	13,4029	14,505	1,3	0,847	5
		3	13,4142	14,253	1,0	0,838	5
No. 4	2	1	13,4029	14,251	1,0	0,848	5
		2	13,4103	13,723	0,4	0,781	5
		3	13,4042	13,572	0,2	0,837	5
	4	1	13,4242	13,705	0,35	0,803	5
		2	13,4688	13,893	0,5	0,848	5
		3	13,3991	14,145	1,0	0,746	5
	6	1	13,5618	14,365	1,0	0,803	5
		2	13,3791	14,402	1,0	1,023	5
		3	13,3771	14,063	1,0	0,685	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Corrida	Tara (g)	Peso final (g)	Volumen (g)	ρ (g/mL)	pH
No. 12	2	1	13,507	14,079	0,7	0,817	5
		2	13,478	13,973	0,6	0,825	5
		3	13,940	14,758	1,0	0,819	5
	4	1	13,501	14,233	0,9	0,813	5
		2	13,484	14,220	0,9	0,817	5
		3	13,498	14,148	0,8	0,812	5
	6	1	13,955	14,444	0,6	0,815	5
		2	13,487	14,059	0,7	0,817	5
		3	13,490	14,226	0,9	0,817	5
No. 8	2	1	13,497	14,244	0,9	0,830	5
		2	13,507	14,004	0,6	0,827	5
		3	13,517	14,105	0,7	0,840	5
	4	1	13,509	14,166	0,8	0,821	5
		2	13,486	13,902	0,5	0,831	5
		3	13,460	14,215	0,9	0,839	5
	6	1	13,510	14,327	1,0	0,817	5
		2	13,487	14,060	0,7	0,818	5
		3	13,507	14,112	0,7	0,865	5
No. 4	2	1	13,466	13,632	0,2	0,829	5
		2	13,427	13,584	0,2	0,787	5
		3	13,427	13,864	0,5	0,873	5
	4	1	13,564	13,898	0,4	0,835	5
		2	13,559	13,875	0,4	0,789	5
		3	13,557	13,896	0,4	0,849	5
	6	1	13,435	13,829	0,5	0,789	5
		2	13,490	14,249	0,9	0,843	5
		3	13,456	14,214	0,9	0,842	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Densidad y pH del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Corrida	Tara (g)	Peso final (g)	Volumen (g)	ρ (g/mL)	pH
No. 12	2	1	13,493	13,908	0,5	0,831	5
		2	13,511	14,345	1,0	0,834	5
		3	13,520	14,337	1,0	0,817	5
	4	1	13,501	14,326	1,0	0,825	5
		2	13,404	13,830	0,5	0,850	5
		3	13,496	14,075	0,7	0,827	5
	6	1	13,382	13,844	0,5	0,924	5
		2	13,518	14,338	1,0	0,820	5
		3	13,560	13,817	0,3	0,857	5
No. 8	2	1	13,519	13,929	0,5	0,821	5
		2	13,518	14,296	0,9	0,865	5
		3	13,500	13,749	0,3	0,829	5
	4	1	13,559	13,890	0,4	0,827	5
		2	13,566	13,894	0,4	0,822	5
		3	13,562	14,385	1,0	0,823	5
	6	1	13,530	13,876	0,4	0,864	5
		2	13,498	13,914	0,5	0,832	5
		3	13,562	14,385	1,0	0,823	5
No. 4	2	1	13,565	13,898	0,4	0,833	5
		2	13,565	13,650	0,1	0,855	5
		3	13,560	13,898	0,4	0,844	5
	4	1	13,565	13,898	0,4	0,834	5
		2	13,559	13,885	0,4	0,814	5
		3	13,558	13,886	0,4	0,821	5
	6	1	13,776	14,025	0,3	0,832	5
		2	13,473	13,972	0,6	0,832	5
		3	13,482	13,728	0,3	0,821	5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	Corrida	Temperatura (°C)	IR	IR 20 °C
No. 12	2	1	21,1	1,4790	1,4795
		2	21,8	1,4780	1,4788
		3	21,8	1,4780	1,4788
	4	1	21,7	1,4790	1,4797
		2	21,1	1,4780	1,4785
		3	21,4	1,4790	1,4796
	6	1	20,8	1,4790	1,4794
		2	21,8	1,4790	1,4798
		3	21,5	1,4785	1,4792
No. 8	2	1	21,8	1,4780	1,4788
		2	22,0	1,4770	1,4779
		3	21,5	1,4785	1,4792
	4	1	22,0	1,4785	1,4794
		2	22,0	1,4780	1,4789
		3	22,1	1,4780	1,4789
	6	1	22,0	1,4780	1,4789
		2	21,7	1,4780	1,4787
		3	22,1	1,4780	1,4789
No. 4	2	1	22,2	1,4790	1,4800
		2	22,2	1,4785	1,4795
		3	22,2	1,4785	1,4795
	4	1	22,1	1,4790	1,4799
		2	22,2	1,4790	1,4800
		3	22,1	1,4785	1,4794
	6	1	22,1	1,4780	1,4789
		2	22,2	1,4785	1,4795
		3	22,1	1,4775	1,4784

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Corrida	Temperatura (°C)	IR	IR 20 °C
No. 12	2	1	24,3	1,4770	1,4789
		2	25,0	1,4760	1,4782
		3	25,2	1,4760	1,4783
	4	1	25,0	1,4770	1,4792
		2	24,5	1,4770	1,4790
		3	24,6	1,4780	1,4800
	6	1	24,9	1,4770	1,4792
		2	24,5	1,4770	1,4790
		3	25,2	1,4770	1,4793
No. 8	2	1	24,2	1,4770	1,4788
		2	24,3	1,4780	1,4799
		3	24,7	1,4770	1,4791
	4	1	24,5	1,4770	1,4790
		2	24,9	1,4770	1,4792
		3	24,6	1,4770	1,4790
	6	1	24,5	1,4770	1,4790
		2	25,3	1,4770	1,4793
		3	25,2	1,4770	1,4793
No. 4	2	1	25,3	1,4770	1,4793
		2	25,5	1,4770	1,4794
		3	25,2	1,4780	1,4803
	4	1	25,4	1,4760	1,4784
		2	25,4	1,4780	1,4804
		3	25,6	1,4780	1,4805
	6	1	25,5	1,4760	1,4784
		2	25,4	1,4780	1,4804
		3	25,6	1,4780	1,4805

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	Corrida	Temperatura (°C)	IR	IR 20 °C
No. 12	2	1	22,3	1,478	1,4790
		2	20,2	1,479	1,4790
		3	20,3	1,479	1,4791
	4	1	22,3	1,478	1,4790
		2	20,6	1,479	1,4792
		3	22,3	1,478	1,4790
	6	1	22,2	1,478	1,4789
		2	20,5	1,4785	1,4787
		3	22,3	1,478	1,4790
No. 8	2	1	22,3	1,478	1,4790
		2	20,4	1,4785	1,4786
		3	22,3	1,478	1,4790
	4	1	20,5	1,479	1,4792
		2	20,5	1,4792	1,4794
		3	20,4	1,479	1,4791
	6	1	20,7	1,479	1,4793
		2	20,6	1,4782	1,4784
		3	20,4	1,479	1,4791
No. 4	2	1	25,6	1,476	1,4784
		2	25,5	1,477	1,4794
		3	25,5	1,475	1,4774
	4	1	25,5	1,476	1,4784
		2	25,5	1,475	1,4774
		3	25,6	1,476	1,4784
	6	1	25,6	1,476	1,4784
		2	20,8	1,479	1,4793
		3	25,6	1,475	1,4774

Fuente: elaboración propia.

3.12. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

En función de la recolección y ordenamiento de los resultados obtenidos en la parte experimental, se tabuló y procesó la información obtenida para ordenar e interpretar los valores obtenidos, para la caracterización del aceite esencial. El ordenamiento de los resultados tabulados se realizó de la siguiente manera:

3.12.1. Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy

El rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy, se tabuló mediante resultados experimentales para su posterior estudio.

Tabla XIV. **Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	% Rendimiento	$\pm\sigma$
No. 12	2	2,806	0,2857
	4	3,5309	0,4365
	6	2,8754	0,3995
No. 8	2	2,0899	1,0978
	4	3,2573	0,0637
	6	2,6584	0,0759
No. 4	2	0,3508	0,0692
	4	0,7189	0,0529
	6	0,4159	0,1495

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla V.

Tabla XV. **Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	% Rendimiento	$\pm\sigma$
No. 12	2	3,5404	0,3169
	4	4,0751	0,5846
	6	4,036	0,1112
No. 8	2	2,8627	0,3861
	4	3,8533	0,4298
	6	3,0613	0,2371
No. 4	2	0,4418	0,1254
	4	0,3858	0,0605
	6	0,4548	0,3648

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla VI.

Tabla XVI. **Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	% Rendimiento	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	2,8627	0,1884
	4	3,9026	0,7193
	6	4,0996	0,0911
No. 8	2	1,4403	0,8925
	4	2,2369	0,3969
	6	2,0542	0,7206
No. 4	2	0,583	0,1471
	4	0,802	0,1351
	6	0,5832	0,1602

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla VII.

3.12.2. Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy

La densidad de la mandarina Dancy, se determina mediante datos experimentales de masa y volumen, y la relación de las anteriores nos da como resultado la densidad, que es tabulada en las siguientes tablas.

Tabla XVII. **Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Densidad (g/mL)	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	0,7981	0,0734
	4	0,8121	0,0201
	6	0,8226	0,0161
No. 8	2	0,8387	0,0204
	4	0,8253	0,0412
	6	0,8724	0,0514
No. 4	2	0,8219	0,0356
	4	0,7989	0,051
	6	0,8371	0,1714

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla VIII.

Tabla XVIII. **Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Densidad (g/mL)	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	0,8274	0,009
	4	0,8339	0,0142
	6	0,8671	0,0527
No. 8	2	0,8383	0,0232
	4	0,8239	0,0029
	6	0,8398	0,0216

Continuación de la tabla XVIII.

No. 4	2	0,8439	0,011
	4	0,8232	0,0104
	6	0,8284	0,0064

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla IX.

Tabla XIX. **Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Densidad (g/ml)	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	0,8202	0,0043
	4	0,8143	0,0027
	6	0,8165	0,0013
No. 8	2	0,8324	0,0071
	4	0,8303	0,0092
	6	0,8333	0,0276
No. 4	2	0,8296	0,0431
	4	0,8243	0,0316
	6	0,8247	0,0311

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

3.12.3. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy

El índice de refracción se realizó en el laboratorio de productos naturales de la facultad de farmacia, en las que se controlaba la temperatura ambiente, los resultados se corregían a 20 °C mediante el uso de una ecuación.

Tabla XX. **Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	IR 20 °C	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	1,4790	0,0004
	4	1,4793	0,0007
	6	1,4794	0,0003
No. 8	2	1,4786	0,0007
	4	1,4791	0,0003
	6	1,4789	0,0001
No. 4	2	1,4796	0,0003
	4	1,4798	0,0003
	6	1,478	0,0005

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	IR 20 °C	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	1,4785	0,0004
	4	1,4794	0,0006
	6	1,4791	0,0002
No. 8	2	1,4793	0,0006
	4	1,4791	0,0001
	6	1,4792	0,0002

Continuación de la tabla XXI.

No. 4	2	1,4797	0,0005
	4	1,4797	0,0012
	6	1,4798	0,0012

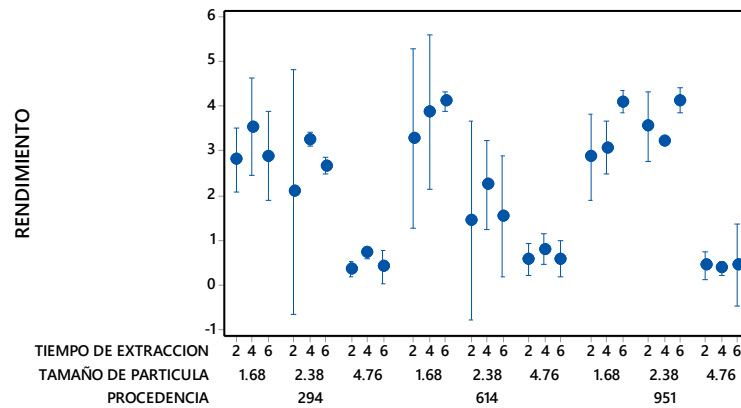
Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XII.

Tabla XXII. **Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	IR 20 °C	Incerteza $\pm\sigma$
No. 12	2	1,4791	0,0001
	4	1,4791	0,0001
	6	1,4789	0,0002
No. 8	2	1,4789	0,0002
	4	1,4793	0,0001
	6	1,479	0,0005
No. 4	2	1,4784	0,001
	4	1,4781	0,0007
	6	1,4784	0,0005

Fuente: elaboración propia, con base en la tabla XIII.

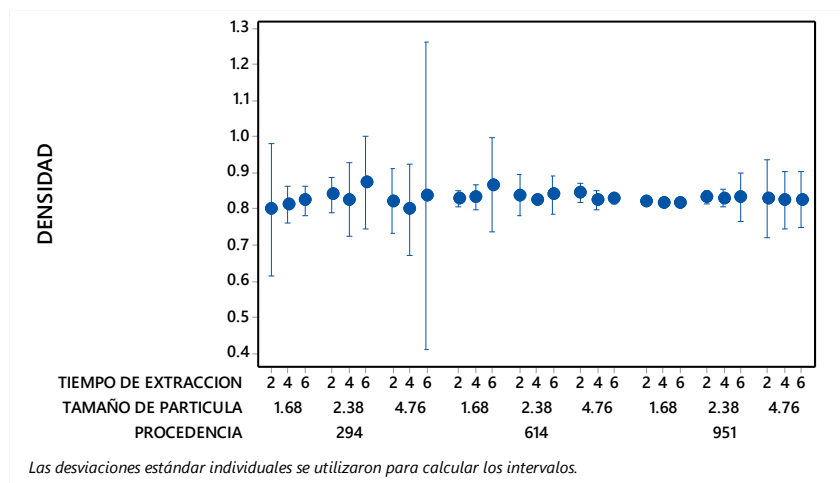
Figura 14. **Gráfica de intervalos de rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) con sus intervalos de confianza al 95 %**



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los intervalos.

Fuente elaboración propia, en base a tablas XIV, XV y XVI.

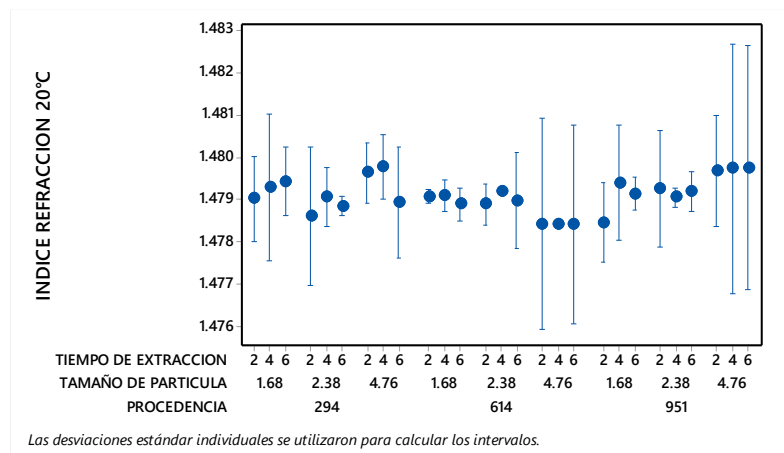
Figura 15. **Gráfica de intervalos de la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) con sus intervalos de confianza al 95 %**



Las desviaciones estándar individuales se utilizaron para calcular los intervalos.

Fuente: elaboración propia, con base en tablas XVII, XVIII y XIX.

Figura 16. **Gráfica de intervalos del índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) con sus intervalos de confianza al 95 %**



Fuente: elaboración propia, con base en tablas XX, XXI, XXII.

3.12.4. Componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy

Esta es la parte fundamental del estudio, donde se muestran los diez principales compuestos químicos, en función del porcentaje de área cromatográfica obtenida, de igual forma están tabulados los diferentes tiempos de retención para comparar con la librería de compuestos químicos y saber con exactitud de que componente pertenece cada área.

Tabla XXIII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,899	68,16 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	78,41	7,93 %	Acido n-hexadecanoico	000057-10-3
3	18,205	5,71 %	3-Caren	013466-78-9
4	29,849	4,96 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil	000078-70-6
5	14,557	3,68 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
6	10,331	1,94 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
7	19,019	0,85 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
8	19,592	0,67 %	Ciclohexano,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000586-62-9
9	65,656	0,65 %	Ciclohexano,1-(1,5-dimetilhexyl)-4-(4-metilpentil)-	056009-20-2
10	35,994	0,64 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 2.

Tabla XXIV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,94	66,65 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,89	8,10 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,273	6,68 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4

Continuación de la tabla XXIV.

4	14,538	3,69 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,322	2,06 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
6	57,164	1,65 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
7	35,99	1,18 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	19,06	1,09 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
9	12,942	1,03 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3
10	52,101	0,96 %	Timol	000089-83-8

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 3 y 4.

Tabla XXV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,958	72,734 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,277	6,883 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4
3	29,858	5,974 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil	000078-70-6
4	14,561	3,783 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,344	2,003 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
6	57,159	1,019 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
7	12,973	0,983 %	.beta.-Pino	000127-91-3
8	19,064	0,815 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
9	35,985	0,761 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
10	19,642	0,703 %	(+)-4-Caren	029050-33-7

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 5 y 6.

Tabla XXVI. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,94	72,82 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,867	6,31 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,277	6,07 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4
4	14,57	3,94 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,344	2,09 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,073	1,03 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	35,985	0,85 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	19,642	0,78 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
9	57,154	0,69 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
10	12,983	0,61 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 7 y 8.

Tabla XXVII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,954	72,44 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,282	6,97 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,863	6,33 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,557	3,82 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,349	2,12 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,064	0,90 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4

Continuación de la tabla XXVII

7	57,155	0,87 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
8	19,642	0,79 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
9	35,981	0,69 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
10	12,974	0,67 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 9 y 10.

Tabla XXVIII. Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,931	72,21 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,255	6,84 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4
3	29,867	6,37 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,525	3,68 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,313	1,63 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,046	1,03 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	57,159	1,02 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
8	35,985	0,84 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	19,628	0,72 %	Biciclo[4.1.0]hept-2-ene,3,7,7-trimetil-	000554-61-0
10	28,348	0,64 %	Decanal	000112-31-2

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 11 y 12.

Tabla XXIX. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 29 4 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,89	58,79 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,995	15,27 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	19,06	3,31 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
4	18,204	3,02 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4
5	14,561	2,69 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
6	36,012	2,50 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
7	52,11	1,71 %	Fenol,2-metil-5-(1-metiletilo)3-metil-4-isopropil	000499-75-2
8	19,596	1,48 %	Octanal	000124-13-0
9	10,349	1,13 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
10	30,577	0,88 %	1-Octanol	000111-87-5

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 13 y 14.

Tabla XXX. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,867	58,38 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,995	15,30 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,214	5,01 %	1-metil-4-propan-2-ilciclohexa-1,4-dieno	000099-85-4
4	14,529	2,62 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	19,578	2,22 %	Octanal	000124-13-0

Continuación de la tabla XXX.

6	36,008	2,15 %	3-Ciclohexano-1-metanol.	000098-55-5
7	52,11	1,71 %	3-metil-4-isopropylFenol	003228-02-2
8	10,322	1,21 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
9	19,028	1,07 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
10	32,474	1,02 %	3-Ciclohexen-1-ol,4-metil-1-(1-metiletilo)-	000562-74-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 17 y 18.

Tabla XXXI. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,926	72,20 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,259	6,69 %	1,4-Ciclohexadieno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	28,334	6,35 %	Decanal	000112-31-2
4	14,538	3,84 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,313	1,84 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
6	19,051	1,09 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	35,985	0,93 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	54,985	0,66 %	1H-Cicloprop[e]azulen-7-ol,decahydro-1,1,7-trimetil-4-metilideno-,	006750-60-3
9	12,946	0,58 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3
10	19,637	0,46 %	(+)-4-Caren	029050-33-7

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 19 y 20.

Tabla XXXII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,931	73,88 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,268	6,51 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,854	5,45 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,538	4,06 %	,beta,-Mirceno	000123-35-3
5	10,317	1,96 %	1R-,alfa,-Pineno	007785-70-8
6	19,06	1,24 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	57,155	0,90 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
8	35,981	0,74 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	12,946	0,59 %	Biciclo[3,1,1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3
10	19,647	0,56 %	(+)-4-Caren	029050-33-7

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 21 y 22.

Tabla XXXIII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,926	73,18 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,259	6,73 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,845	4,89 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,538	4,04 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,313	1,91 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8

Continuación de la tabla XXXIII.

6	57,168	1,66 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimETIL-,(E,E,E)-	017909-77-2
7	19,051	1,13 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
8	35,985	0,75 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	52,106	0,71 %	3-metil-4-isopropil Fenol	003228-02-2
10	12,946	0,59 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 23 y 24.

Tabla XXXIV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,949	68,89 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,894	8,62 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,259	5,50 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
4	14,556	3,63 %	,beta,-Mirceno	000123-35-3
5	19,069	1,85 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
6	10,353	1,73 %	1R-,alfa,-Pineno	007785-70-8
7	35,99	1,31 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	57,159	1,13 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
9	52,105	0,96 %	Fenol,2-metil-5-(1-metiletilo)3-metil-4-isopropil Fenol	000499-75-2
10	12,978	0,56 %	Biciclo[3,1,1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilene-(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 25 y 26.

Tabla XXXV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,94	68,59 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,89	8,68 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,255	5,48 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
4	14,561	3,7 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,354	1,84 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
6	19,064	1,82 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	35,99	1,33 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	57,159	1,15 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-(E,E,E)-	017909-77-2
9	52,105	1,05 %	3-metil-4-isopropylFenol	003228-02-2
10	12,978	0,6 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 27 y 28.

Tabla XXXVI. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	75,02 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,273	6,19 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1 metiletilo)-	000099-85-4
3	29,835	4,49 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,566	4,43 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3

Continuación de la tabla XXXVI.

5	10,358	2,14 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,069	0,95 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
7	57,15	0,73 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil	017909-77-2
8	35,981	0,70 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	19,646	0,64 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
10	12,983	0,60 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 29 y 30.

Tabla XXXVII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,94	68,59 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,89	8,68 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,255	5,48 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
4	14,561	3,7 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,354	1,84 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,064	1,82 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	35,99	1,33 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	57,159	1,15 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
9	52,105	1,05 %	3-metil-4-isopropil Fenol	003228-02-2
10	12,978	0,6 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimetil-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 31 y 32.

Tabla XXXVIII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,394	63,498 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,232	4,080 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	14,561	3,259 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
4	19,064	2,546 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
5	35,999	2,022 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
6	29,944	12,462 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
7	52,105	1,516 %	3-metil-4-isopropil Fenol	003228-02-2
8	10,353	1,467 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
9	57,154	0,871 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
10	38,532	0,727 %	6-Octen-1-ol,3,7-dimetil-	001117-61-9

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 33 y 34.

Tabla XXXIX. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,258	66,48 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	36,067	8,00 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
3	29,863	6,20 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	18,259	5,73 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
5	14,561	3,75 %	beta.-Mirceno	000123-35-3
6	10,354	1,82 %	1R-,alfa,-Pineno	007785-70-8
7	38,514	1,05 %	2-Octen-1-ol,3,7-dimetil-	040607-48-5

Continuación de la tabla XXXIX

8	30,531	0,99 %	1-Octanol	000111-87-5
9	19,055	0,94 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
10	12,96	0,90 %	Biciclo[3,1,1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 37 y 38.

Tabla XL. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,258	72,832 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,250	6,522 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,849	5,489 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,534	4,060 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,317	1,847 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	57,154	0,962 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
7	35,981	0,896 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	19,046	0,805 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
9	19,624	0,647 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
10	28,330	0,646 %	Decanal	000112-31-2

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 39 y 40.

Tabla XLI. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 12**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,372	74,88 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,277	6,45 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,84	4,80 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,561	4,45 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,358	2,23 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	35,981	0,73 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
7	19,069	0,72 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
8	57,15	0,70 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
9	19,651	0,63 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
10	12,983	0,61 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 41 y 42.

Tabla XLII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	74,82 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,254	6,18 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,844	5,06 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,529	4,48 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3

Continuación de la tabla XLII.

5	10,322	2,54 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,05	0,96 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
7	19,628	0,68%	Biciclo[4.1.0]hept-2-ene,3,7,7-trimetil-	000554-61-0
8	35,981	0,67%	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	12,942	0,66%	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3
10	13,224	0,52%	Biciclo[3.1.0]hexano,4-metilideno-1-(1-metiletilo)-	003387-41-5

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 43 y 44.

Tabla XLIII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	73,08 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,264	6,56 %	1,4-Ciclohexadien,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,854	5,65 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimethyl-	000078-70-6
4	14,534	4,16 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,322	2,00 %	1R-.alpha.-Pinene	007785-70-8
6	57,15	0,86 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
7	35,985	0,85 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
8	19,055	0,84 %	Benzene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
9	19,637	0,69 %	(+)-4-Carene	029050-33-7
10	28,343	0,63 %	Decanal	000112-31-2

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 45 y 46.

Tabla XLIV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	75,02 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,273	6,19 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,835	4,49 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,566	4,43 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,358	2,14 %	1R-.alfa.-Pino	007785-70-8
6	19,069	0,95 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
7	57,15	0,73 %	2,6,9,11-Dodecatetraenal,2,6,10-trimetil-,(E,E,E)-	017909-77-2
8	35,981	0,70 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	19,646	0,64 %	(+)-4-Caren	029050-33-7
10	12,983	0,60 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 47 y 48.

Tabla XLV. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 2 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 8**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	63,95 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,922	10,91 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,236	3,95 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
4	14,561	3,41 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	19,073	2,89 %	Benzeno,1-metil-2-(1-metiletilo)-	000527-84-4
6	36,008	2,71 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9

Continuación de la tabla XLIV.

7	10,358	1,34 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
8	52,106	1,11 %	Fenol,2-metil-5-(1-metiletilo)	000499-75-2
9	19,615	1,07 %	Octanal	000124-13-0
10	38,528	0,86 %	6-Octen-1-ol,3,7-dimetil-	001117-61-9

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 49 y 50.

Tabla XLVI. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 4 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,326	58,94 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	29,972	14,07 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
3	18,2	3,63 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
4	14,529	2,78 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	36,013	2,70 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
6	19,042	2,46 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
7	52,106	1,78 %	Timol	000089-83-8
8	19,583	1,69 %	Octanal	000124-13-0
9	10,317	1,28 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
10	38,533	1,06 %	6-Octen-1-ol,3,7-dimetil-	001117-61-9

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 51 y 52.

Tabla XLVII. **Composición química del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm. A 6 horas de tiempo de extracción y tamaño de partícula mesh No. 4**

No.	Tiempo (min)	% Área	Compuesto químico	Numero CAS
1	16,371	74,18 %	D-Limoneno	005989-27-5
2	18,282	6,37 %	1,4-Ciclohexadiene,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-85-4
3	29,844	5,08 %	1,6-Octadien-3-ol,3,7-dimetil-	000078-70-6
4	14,566	4,50 %	.beta.-Mirceno	000123-35-3
5	10,358	2,46 %	1R-.alfa.-Pineno	007785-70-8
6	19,073	0,91 %	Benzeno,1-metil-4-(1-metiletilo)-	000099-87-6
7	19,651	0,72 %	Biciclo[4.1.0]hept-2-ene,3,7,7-trimetil-	000554-61-0
8	35,981	0,70 %	p-menth-1-en-8-ol	1000157-89-9
9	12,983	0,67 %	Biciclo[3.1.1]heptano,6,6-dimethyl-2-metilideno-,(1S)-	018172-67-3
10	28,339	0,53 %	Decanal	000112-31-2

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 53 y 54.

3.12.5. Principales componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy.

D-Limoneno	Linalool	β-mirceno	α-Pineno	gamma-Terpineno
5989-27-5	78-70-6	123-35-3	7785-70-8	99-85-4
68,16 %	4,96 %	3,68 %	1,94 %	0,00 %
66,65 %	8,10 %	3,69 %	2,06 %	6,68 %
72,73 %	5,97 %	3,78 %	2,00 %	6,88 %
72,82 %	6,31 %	3,94 %	2,09 %	6,07 %
72,44 %	6,33 %	3,82 %	2,12 %	6,97 %
72,21 %	6,37 %	3,68 %	1,63 %	6,84 %
58,79 %	15,27 %	2,69 %	1,13 %	3,02 %
58,38 %	15,30 %	2,62 %	1,21 %	5,01 %
72,20 %	0,00 %	3,84 %	1,84 %	6,69 %
73,88 %	5,45 %	4,06 %	1,96 %	6,51 %
73,18 %	4,89 %	4,04 %	1,91 %	6,73 %
68,89 %	8,62 %	3,63 %	1,73 %	5,50 %
68,59 %	8,68 %	3,70 %	1,84 %	5,48 %
75,02 %	4,49 %	4,43 %	2,14 %	6,19 %
68,59 %	8,68 %	3,70 %	1,84 %	5,48 %
74,88 %	4,80 %	4,45 %	2,23 %	6,45 %
74,82 %	5,06 %	4,48 %	2,54 %	6,18 %
73,08 %	5,65 %	4,16 %	2,00 %	6,56 %
75,02 %	4,49 %	4,43 %	2,14 %	6,19 %
63,95 %	10,91 %	3,41 %	1,34 %	3,95 %
58,94 %	14,07 %	2,78 %	1,28 %	3,63 %
74,18 %	5,08 %	4,50 %	2,46 %	6,37 %
69,88 %	7,25 %	3,80 %	1,84 %	5,49 %

Fuente: elaboración propia, en base de la tabla XXIII a la tabla XLVII

3.13. Análisis estadístico

Es una rama de las matemáticas que se emplea como una herramienta que estudia los datos de una muestra representativas y la relación entre ellos para explicar correlaciones y dependencias de un fenómeno físico o natural.

3.13.1. Estadística descriptiva

Es la técnica utilizada en la estadística para organizar, presentar y describir un conjunto de datos con el propósito de facilitar su uso y entendimiento

3.13.1.1. Media muestra

Es el centro de gravedad de toda la distribución, representando a todos los valores observados. Es única y todos los valores intervienen en la distribución.

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^N X_i}{N}$$

(Ecuación No. 1)

Donde:

\bar{x} = *media*.

$\sum_i^N X_i$ = *sumatoria de valores*.

N = *número de datos*.

3.13.1.2. Varianza

Mide la mayor o menor dispersión de los valores de la variable respecto a la media aritmética. Cuanto mayor sea la varianza mayor dispersión existirá y por tanto menor representatividad tendrá la media aritmética.

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

(Ecuación No. 2)

Donde:

$\sigma^2 =$ *varianza*

$x =$ *valor promedio.*

$xi =$ *valor de la muestra.*

$N =$ *número de datos.*

3.13.1.3. Desviación estándar

Indica la dispersión de los valores para una misma medición con relación al valor promedio de una forma cuantitativa.

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

(Ecuación No. 3)

Donde:

$\sigma =$ *desviación estándar*

$\bar{x} =$ *valor promedio*

$xi =$ *valor de la muestra*

$N =$ *número de datos*

En la ecuación de varianza se elevan cada diferencia al cuadrado para hacer que todos los valores sean positivos, esto se hace para que los valores que están debajo de la media no reduzcan la varianza, y también elevar al cuadrado hace que las diferencias grandes destaquen, porque no es lo mismo $1^2 = 1$ que $10^2 = 100$.

Pero por supuesto que como se elevan al cuadrado la varianza da un valor muy grande y que es difícil relacionarlo con los datos, por lo que la desviación estándar es la raíz cuadrada de la varianza, dando un valor numérico más útil e interpretado como límites superior e inferior donde pueden estar presentes los datos.

3.13.1.4. Coeficiente de variación de Pearson

Indica la relación existente entre la desviación típica de una muestra y su media. Si comparamos la dispersión en varios conjuntos de observaciones tendrá menor dispersión aquella que tenga menor coeficiente de variación.

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

(Ecuación No. 4)

Donde:

CV = *coeficiente de variación*

σ = *desviación estándar*

\bar{x} = *valor promedio*

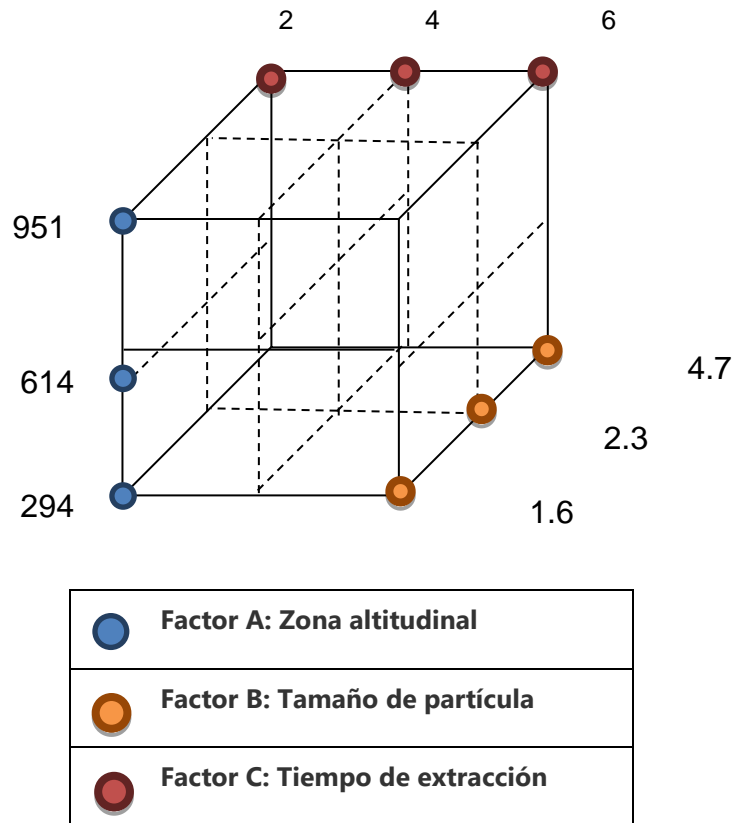
3.13.2. Estadística Inferencial

A diferencia de la estadística descriptiva, la estadística inferencial comprende los métodos y procedimientos que por medio de la inducción determina propiedades de una población estadística, a partir de una parte de esta. El interés es obtener conclusiones útiles para hacer deducciones sobre una totalidad, basándose en la información numérica de la muestra.

3.13.2.1. Diseños factoriales

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, cuando se tiene el mismo interés sobre todos los factores. Generalmente, se acude a un diseño factorial para determinar una combinación de niveles de los factores en la que desempeña el proceso para que sea mejor. Con el diseño factorial completo de corren aleatoriamente todas las posibles combinaciones que pueden formarse con los niveles de los factores a investigar. Así, la matriz de diseño o arreglo factorial es el conjunto de puntos experimentales o tratamientos que pueden formarse considerando todas las posibles combinaciones de los niveles de los factores.

Figura 17. **Matriz gráfica de los niveles de los factores en un diseño tri-factorial**

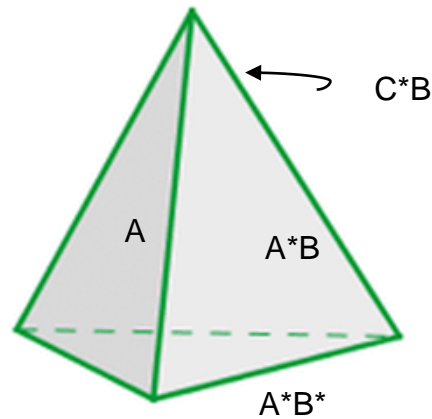


Fuente: elaboración propia.

3.13.2.2. Diseños factoriales con tres factores

Cuando se quiere investigar la influencia de tres factores (A, B, C) sobre una o más variables de respuesta, y el número de niveles de prueba en cada uno de los factores es (a , b , c) respectivamente, se puede construir el arreglo factorial $a * b * c$ que consiste en " $a * b * c$ " tratamientos o puntos experimentales.

Figura 18. Representación gráfica de las interacciones de tres factores



Fuente: elaboración propia.

3.13.2.3. Modelo estadístico de tres factores

En un diseño factorial $a * b * c$ se supone que el comportamiento de la variable de respuesta Y puede describirse mediante el modelo de efectos dado por:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

μ = media general

α_i = efecto del nivel i – ésimo del factor A

β_j = efecto del nivel j – ésimo del factor B

γ_k = efecto del nivel k – ésimo del factor C

$(\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk}$ = efectos de interacciones de dos factores

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = efecto de interacción de tres factores

ε_{ijkl} = error aleatorio en la combinaciones

l = numero de réplicas por combinación

Todos estos efectos detallados cumplen con la restricción de sumar cero, es decir, son desviaciones relacionadas con la media general μ .

3.13.2.4. Hipótesis de interés

El estudio factorial de tres factores A, B y C, permite investigar los efectos: A, B, C, AB, AC, BC, ABC, donde el nivel de desglose depende del número de niveles utilizado para cada factor. Por lo que se tienen siete efectos de interés, planteados así las siete hipótesis correspondientes, $H_0: \text{efecto } A = 0$, $H_0: \text{efecto } B = 0$, ..., $H_0: \text{efecto } ABC = 0$, cada una aparejada con su correspondiente hipótesis alternativa.

Tabla XLVIII. Planteamiento de hipótesis para el análisis de varianza

	Factor	Hipótesis alternativa
LINEAL	Zona Altitudinal	$h_1 \neq h_2 \neq h_3$
	Tamaño de partícula	$\emptyset_1 \neq \emptyset_2 \neq \emptyset_3$
	Tiempo de extracción	$t_1 \neq t_2 \neq t_3$
CUADRÁTICA	Zona altitudinal * Tamaño de partícula	$(h * \emptyset)_1 \neq (h * \emptyset)_2 \neq (h * \emptyset)_3$
	Zona altitudinal * tiempo de extracción	$(h * t)_1 \neq (h * t)_2 \neq (h * t)_3$
	Tamaño de partícula* tiempo de extracción	$(\emptyset * t)_1 \neq (\emptyset * t)_2 \neq (\emptyset * t)_3$
CÚBICA	Zona altitudinal*Tamaño de partícula*tiempo de extracción	$(h * \emptyset * t)_1 \neq (h * \emptyset * t)_2 \neq (h * \emptyset * t)_3$

Fuente: elaboración propia.

3.13.2.5. Análisis de varianza (ANOVA)

Con la ayuda del análisis de varianza es posible realizar la prueba de estas hipótesis. Al efecto cuyo valor p sea menor al valor especificado para α que es el nivel de significancia, se declara estadísticamente significativo o se dice que está activo en el modelo. Las sumas de cuadrados para en ANOVA es la variación respecto a la media, y se calcula con las siguientes ecuaciones y ordenado como se muestra en la XXIX:

$$SCT = \sum_{i,j,k,l} y_{ijkl}^2 - (y^2_{\dots}) / (abcr) ; SCA = \left(\sum_i y_{i\dots}^2 \right) / (bcr) - (y^2_{\dots}) / (abcr)$$

$$SCB = \left(\sum_j y_{j\dots}^2 \right) / (acr) - (y^2_{\dots}) / (abcr) ; SCC = \left(\sum_k y_{\dots k}^2 \right) / (abr) - (y^2_{\dots}) / (abcr)$$

$$SC(AB) = \left(\sum_{i,j} y_{ij\dots}^2 \right) / (cr) - (y^2_{\dots}) / (abcr) - SCA - SCB$$

$$SC(BC) = \left(\sum_{j,k} y_{j\dots k}^2 \right) / (ar) - (y^2_{\dots}) / (abcr) - SCB - SCC$$

$$SC(AC) = \left(\sum_{i,k} y_{i\dots k}^2 \right) / (br) - (y^2_{\dots}) / (abcr) - SCA - SCC$$

$$SC(ABC) = \left(\sum_{i,j,k} y_{ijk\dots}^2 \right) / r - (y^2_{\dots}) / (abcr) - SCA - SCB - SCC - SC(AB) -$$

$$- SC(AC) - SC(BC)$$

$$SCR = SCT - SCA - SCB - SCC - SC(AB) - SC(AC) - SC(BC) - SC(ABC).$$

Tabla XLIX. ANOVA para un diseño de tres factores

Fuente de variación	GL	SC	CM	F calculada	Valor p
Efecto A	$(a - 1)$	SC_A	CM_A	CM_A/CM_E	$P(F > F_0^A)$
Efecto B	$(b - 1)$	SC_B	CM_B	CM_B/CM_E	$P(F > F_0^B)$
Efecto C	$(c - 1)$	SC_C	CM_C	CM_C/CM_E	$P(F > F_0^C)$
Efecto AB	$(a - 1) * (b - 1)$	SC_{AB}	CM_{AB}	CM_{AB}/CM_E	$P(F > F_0^{AB})$
Efecto AC	$(a - 1) * (c - 1)$	SC_{AC}	CM_{AC}	CM_{AC}/CM_E	$P(F > F_0^{AC})$
Efecto BC	$(b - 1) * (c - 1)$	SC_{BC}	CM_{BC}	CM_{BC}/CM_E	$P(F > F_0^{BC})$
Efecto ABC	$(a - 1) * (b - 1) * (c - 1)$	SC_{ABC}	CM_{ABC}	CM_{ABC}/CM_E	$P(F > F_0^{ABC})$
Error	$abc(l - 1)$	SC_E	CM_E		
Total	$(abcl - 1)$	SC_T			

Fuente: Pulido, Humberto, Análisis y diseño de experimentos.

La razón entre la suma de cuadrados de cada efecto y el número de grados de libertad da como resultado los cuadrados medios (CM) y al dividir estos con el cuadrado medio del error (CM_E) se obtienen los datos estadísticos de prueba con distribución de Fisher. Una vez hecho el ANOVA se interpretan los efectos activos debido a su valor p que sea mayor a $\alpha = 0,05$ y si es necesario diagnosticar la calidad del modelo.

Tabla L. **Resultados del ANOVA en el diseño de tres factores en el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy**

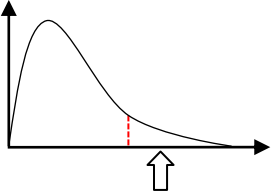
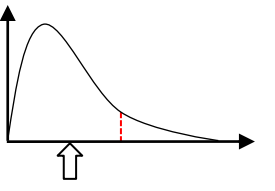
FACTOR	GL	SC	CM	F Calculada	Valor de P
A	2	2,910	1,4549	8,43	0,001
B	2	119,763	59,8817	347,17	0,000
C	2	2,856	1,4282	8,28	0,001
AB	4	15,440	3,8600	22,38	0,000
AC	4	3,621	0,9052	5,25	0,001
BC	4	1,186	0,2965	1,72	0,160
ABC	8	1,815	0,2269	1,32	0,257
Error	52	8,969	0,1725		
Total	80	156,800			
A: zona altitudinal B: tamaño de partícula C: tiempo de extracción					

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los valores de las probabilidades del análisis de varianza en el diseño con tres factores se determina el modelo estadístico de efectos:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Tabla LI. **Resume del resultado del ANOVA para el rendimiento de aceite esencial de mandarina Dancy (*reticulata var. Dancy*)**

FACTOR	Gráfico		Conclusión
A		H_a	Si infiere estadísticamente la zona altitudinal en el rendimiento de aceite esencial.
B		H_a	Si infiere estadísticamente el tamaño de partícula en el rendimiento de aceite esencial.
C		H_a	Si infiere estadísticamente el tiempo extracción en el rendimiento de aceite esencial.
AB		H_a	Si infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y el tamaño de partícula en el rendimiento de aceite esencial.
AC		H_a	Si infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y tiempo de extracción en el rendimiento de aceite esencial.
BC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción del tamaño de partícula y el tiempo de extracción en el rendimiento de aceite esencial.
ABC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal, tamaño de partícula y tiempo de extracción en el rendimiento de aceite esencial.
A: zona altitudinal B: tamaño de partícula C: tiempo de extracción			

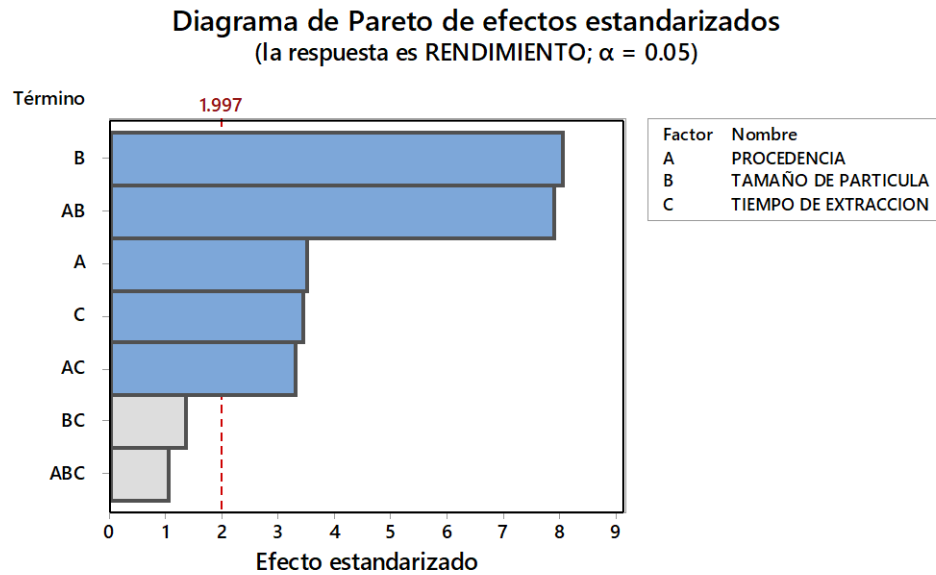
Fuente: elaboración propia, usando criterios de la tabla L.

3.13.2.6. Diagrama de Pareto

Se utiliza para comparar la magnitud relativa y la significancia estadística tanto de los efectos principales como de sus interacciones, coloca sus valores absolutos en orden decreciente, separa con una línea de referencia indicando cuales efectos son estadísticamente significativos y utiliza un nivel de significancia de 0,05 dando así una comprobación a las hipótesis planteadas.

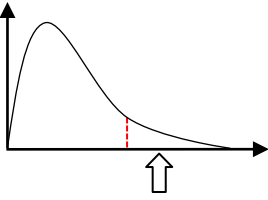
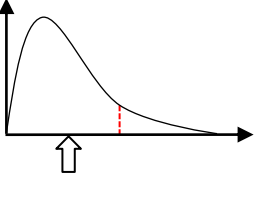
Los efectos B, AB, A, C y AC son estadísticamente significativos a un nivel de confianza de 0,05.

Figura 19. **Diagrama de Pareto de los efectos para rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



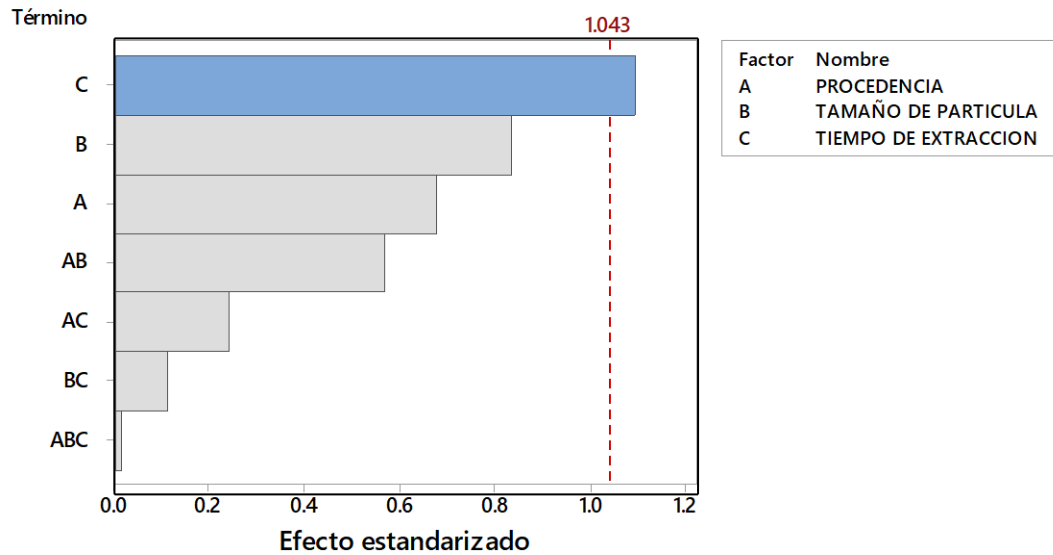
Fuente: elaboración propia, con base en datos tabulados en las tablas XIV, XV y XVI.

Tabla LII. **Resume del resultado del ANOVA para la densidad del aceite esencial de mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*)**

FACTOR	Gráfico		Conclusión
C		H_a	Si infiere estadísticamente el tiempo de extracción en la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy.
A		H_o	No infiere estadísticamente la zona altitudinal en la densidad del aceite esencial.
B		H_o	No infiere estadísticamente el tamaño de partícula en la densidad del aceite esencial.
AB		H_o	Si infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y el tamaño de partícula en la densidad del aceite esencial.
C		H_o	No infiere estadísticamente el tiempo extracción en la densidad del aceite esencial.
AC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y tiempo de en la densidad del aceite esencial
BC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción del tamaño de partícula y el tiempo de extracción en la densidad del aceite esencial.
ABC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal, tamaño de partícula y tiempo de extracción en la densidad del aceite esencial.
A: zona altitudinal B: tamaño de partícula C: tiempo de extracción			

Fuente: elaboración propia, usando criterios de la figura 20.

Figura 20. **Diagrama de Pareto de los efectos para la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



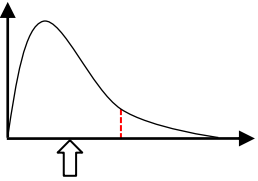
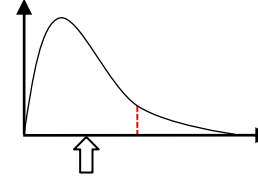
Una barra gris representa un término que no está en el modelo.

Fuente: elaboración propia, con base en datos tabulados en la tabla XVII, XVIII y XIX.

Tabla LIII. **Resume del resultado del ANOVA para el índice de refracción a 20 °C de aceite esencial de mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**

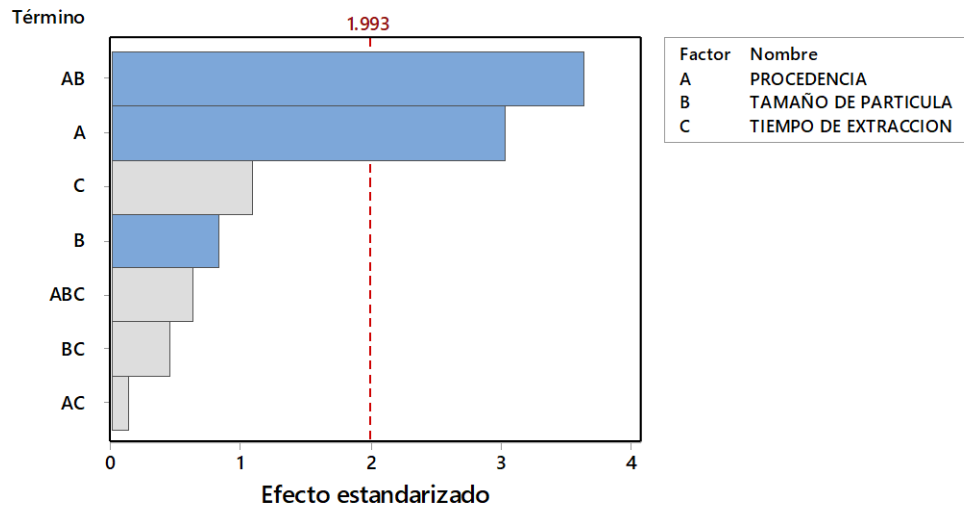
FACTOR	Gráfico		Conclusión
A		H_a	Si infiere estadísticamente la zona altitudinal en el rendimiento de aceite esencial.
AB		H_a	Si infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y el tamaño de partícula en el rendimiento de aceite esencial.

Continuación de la tabla LIII

B		H_o	No infiere estadísticamente el tamaño de partícula en el índice de refracción a 20°C en el aceite esencial.
C		H_o	No infiere estadísticamente el tiempo extracción en el índice de refracción a 20°C del aceite esencial.
AC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal y tiempo de extracción en el índice de refracción a 20°C del aceite esencial.
BC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción del tamaño de partícula y el tiempo de extracción en el índice de refracción a 20°C del aceite esencial.
ABC		H_o	No infiere estadísticamente la interacción de zona altitudinal, tamaño de partícula y tiempo de extracción en el índice de refracción a 20°C del aceite esencial.
<p>A: zona altitudinal B: tamaño de partícula C: tiempo de extracción</p>			

Fuente: elaboración propia, usando criterios de la figura 21.

Figura 21. **Diagrama de Pareto de los efectos para el índice de refracción a 20 °C del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



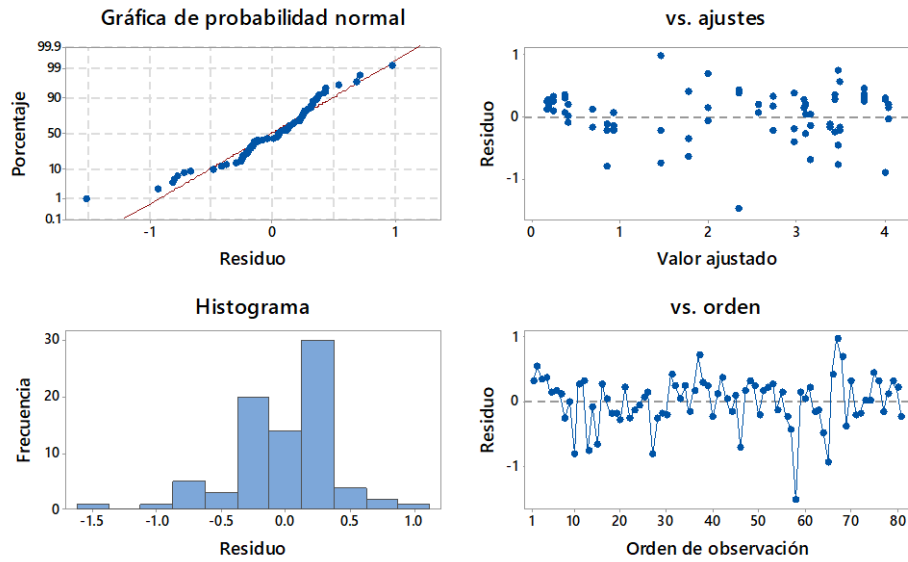
Una barra gris representa un término que no está en el modelo.

Fuente: elaboración propia, con base en datos tabulados en las tablas XX, XXI y XXII.

3.13.2.7. Verificación de supuestos

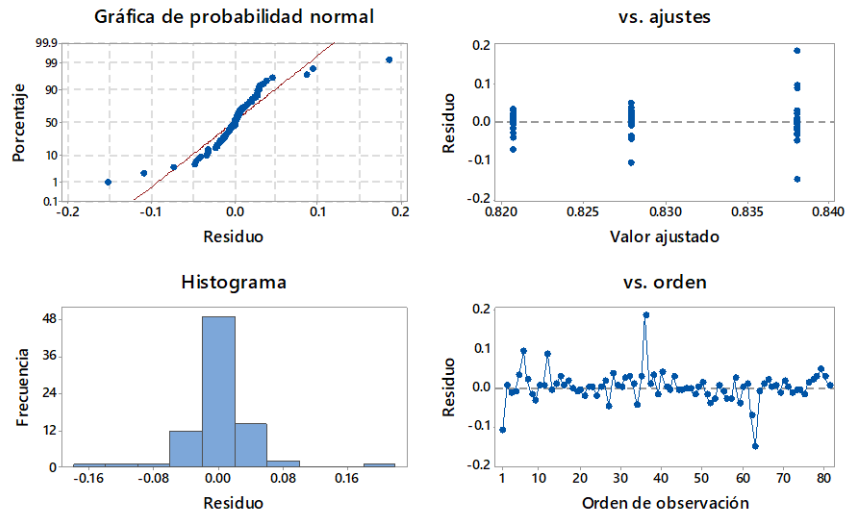
Los supuestos de normalidad, varianza constante e independencia de los residuos en un diseño factorial se verifican, principalmente, con los métodos gráficos presentados a continuación. Las gráficas de residuos vs. predichos se utilizan para observar y determinar si se cumple el supuesto de varianza constante o no, mediante la observación de que todos los puntos caen dentro de una banda horizontal respetando los límites establecidos. Así mismo, se puede determinar si cumplen la normalidad al caer los residuos alineados en la gráfica de probabilidad normal, otro aspecto observable importante en estas gráficas es la presencia o ausencia de corridas atípicas o aberrantes para el experimento.

Figura 22. **Gráficas de residuos para el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



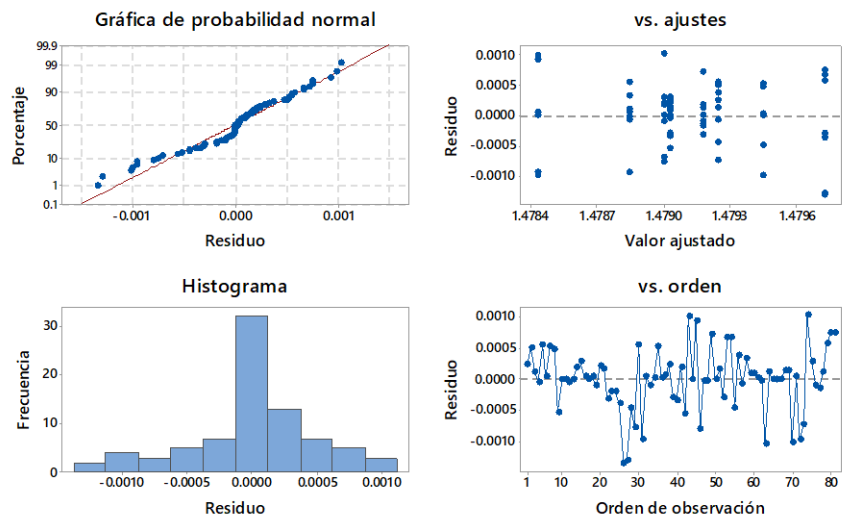
Fuente: elaboración propia, Minitab 18.

Figura 23. **Gráficas de residuos para la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



Fuente: elaboración propia, minitab 18.

Figura 24. **Gráficas de residuos para el índice de refracción a 20 °C del aceite esencial de la mandarina Dancy (*reticulata* var. *Dancy*)**



Fuente: elaboración propia, minitab 18.

En la gráfica de probabilidad normal se comprueba que existe una distribución normal en los datos, ya que los puntos deben seguir, aproximadamente, una línea recta inclinada siendo los puntos más lejanos valores atípicos. En esta gráfica se calcula el valor de R^2 que indica el porcentaje de normalidad del factor, entre mayor sea el valor, mejor se ajusta al modelo de los datos y presenta $R^2 = 94.28$ y los residuos presentan un patrón de varianza constante con patrón no detectables, siendo comportamiento ideal.

3.13.3. Programas utilizados para el análisis de datos

Microsoft Excel 2016: hoja de cálculo electrónica utilizada para automatizar diversas operaciones matemáticas, realizar gráficos, determinación de los parámetros estadísticos como media aritmética, varianza, desviación estándar entre otras. Esto con el propósito de cumplir los objetivos del estudio de investigación.

Minitab 2018: programa software utilizado para realizar el diseño experimental (DOE) con sus diferentes factores, niveles y réplicas. También fue utilizado para realizar todas las gráficas correspondientes al análisis estadístico de este documento y las pruebas ANOVA.

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la investigación de evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) y determinación del contenido de D-Limoneno y los componentes químicos principales, dicho estudio se realizó a escala laboratorio.

4.1. Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa a 294 msnm

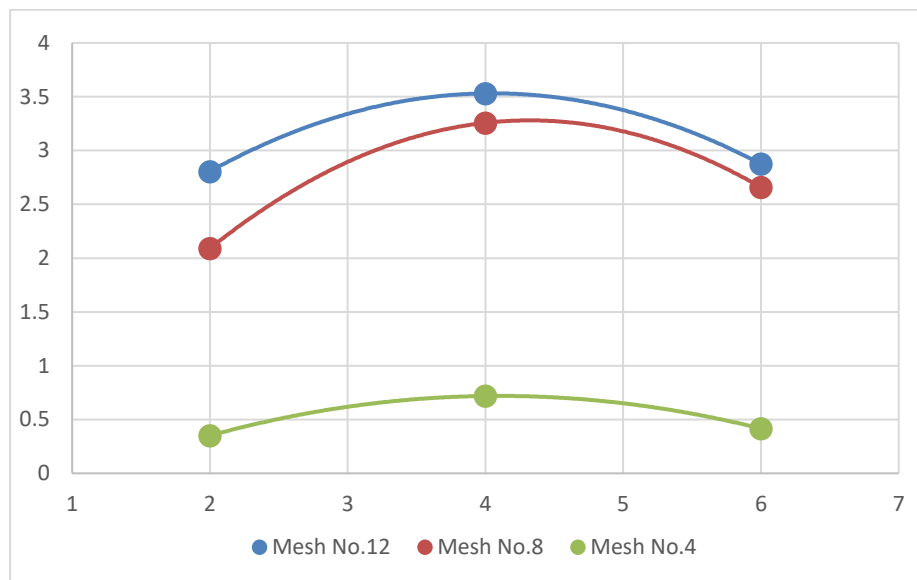
Se presentan los resultados del municipio de menor altura sobre el nivel del mar indicando valores de caracterización fisicoquímica del aceite extraído.

Tabla LIV. Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	% Rendimiento	Densidad (g/mL)	pH	IR 20 °C
No. 12	2	2,806 ± 0,2857	0,7981 ± 0,0734	5 ± 0	1,479 ± 0,0004
	4	3,5309 ± 0,4365	0,8121 ± 0,0201	5 ± 0	1,4793 ± 0,0007
	6	2,8754 ± 0,3995	0,8226 ± 0,0161	5 ± 0	1,4794 ± 0,0003
No. 8	2	2,0899 ± 1,0978	0,8387 ± 0,0204	5 ± 0	1,4786 ± 0,0007
	4	3,2573 ± 0,0637	0,8253 ± 0,0412	5 ± 0	1,4791 ± 0,0003
	6	2,6584 ± 0,0759	0,8724 ± 0,0514	5 ± 0	1,4789 ± 0,0001
No. 4	2	0,3508 ± 0,0692	0,8219 ± 0,0356	5 ± 0	1,4796 ± 0,0003
	4	0,7189 ± 0,0529	0,7989 ± 0,051	5 ± 0	1,4798 ± 0,0003
	6	0,4159 ± 0,1495	0,8371 ± 0,1714	5 ± 0	1,4789 ± 0,0005

Fuente: elaboración propia utilizando datos de las tablas XIV a la XXII.

Figura 25. **Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**



Fuente: elaboración propia, con valores de la tabla LIV.

Tabla LV. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula**

Color	Mesh	Modelo matemático	Dominio	R^2
	No. 12	$\%R = -0,1726 t^2 + 1,3978t + 0,7007$	[2,6]	1
	No. 8	$\%R = -0,2208 t^2 + 1,9084t - 0,8438$		1
	No. 4	$\%R = -0,0839 t^2 + 0,6874t - 0,6884$		1

Fuente: elaboración propia, utilizando valores de la figura 25.

Tabla LVI. **Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Contenido D-Limoneno (% Área)	
No. 12	2	68,16	69,69 ± 4,3
	4	66,65	
	6	72,734	
No. 8	2	72,824	75,83 ± 6,06
	4	72,437	
	6	72,214	
No. 4	2	58,375	58,62 ± 0,22
	4	58,787	
	6	58,692	

Fuente: elaboración propia, con base en tablas XXII a XXX.

4.2. Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de San Felipe, Retalhuleu a 614 msnm

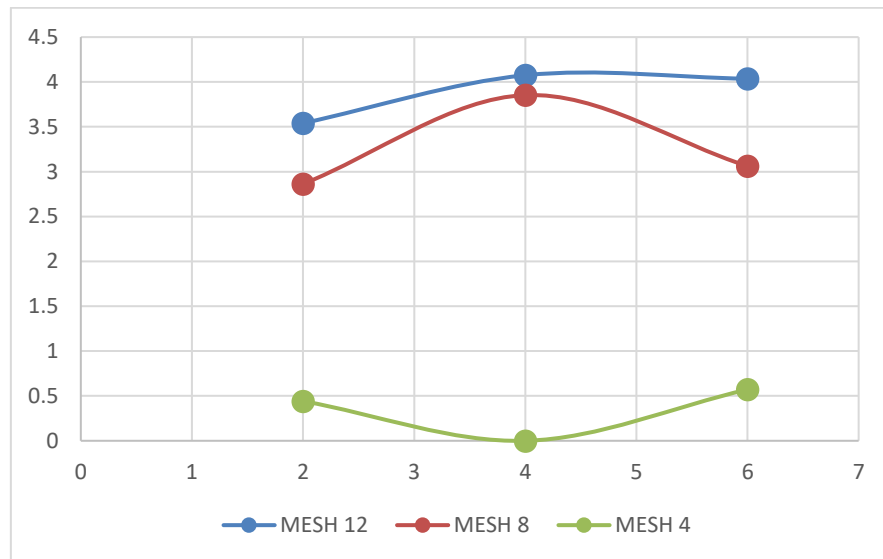
Se presentan resultados del municipio de altura media sobre el nivel del mar indicando los valores de la caracterización fisicoquímica del aceite extraído.

Tabla LVII. Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	% Rendimiento	Densidad (g/mL)	pH	IR 20 °C
No. 12	2	3,5404 ± 0,3169	0,8202 ± 0,0043	5 ± 0	1,4785 ± 0,0004
	4	4,0751 ± 0,5846	0,8143 ± 0,0027	5 ± 0	1,4794 ± 0,0006
	6	4,036 ± 0,1112	0,8165 ± 0,0013	5 ± 0	1,4791 ± 0,0002
No. 8	2	2,8627 ± 0,3861	0,8324 ± 0,0071	5 ± 0	1,4793 ± 0,0006
	4	3,8533 ± 0,4298	0,8303 ± 0,0092	5 ± 0	1,4791 ± 0,0001
	6	3,0613 ± 0,2371	0,8333 ± 0,0276	5 ± 0	1,4792 ± 0,0002
No. 4	2	0,4418 ± 0,1254	0,8296 ± 0,0431	5 ± 0	1,4797 ± 0,0005
	4	0,3858 ± 0,0605	0,8243 ± 0,0316	5 ± 0	1,4797 ± 0,0012
	6	0,4548 ± 0,3648	0,8247 ± 0,0311	5 ± 0	1,4798 ± 0,0012

Fuente: elaboración propia utilizando datos de las tablas XIV a la XXII.

Figura 26. **Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**



Fuente: elaboración propia, con valores de la tabla LVII.

Tabla LVIII. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula**

Color	Mesh	Modelo matemático	Dominio	R^2
	No. 12	$\%R = -0,0717 t^2 + 0,6977t + 2,4319$	[2,6]	1
	No. 8	$\%R = -0,2228 t^2 - 1,8322t + 0,0895$		1
	No. 4	$\%R = 0,0156 t^2 - 0,1213t + 0,6228$		1

Fuente: elaboración propia, con base en la figura 26.

Tabla LIX. **Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Contenido D-Limoneno (% Área)	
No. 12	2	72,2	73,09 ± 0,84
	4	73,88	
	6	73,18	
No. 8	2	68,89	68 ± 1,28
	4	68,59	
	6	66,53	
No. 4	2	68,59	65,99 ± 2,55
	4	63,50	
	6	65,89	

Fuente: elaboración propia, con base en tabla XXXI a tabla XXXVIII.

4.3. Resultados del aceite esencial proveniente del municipio de Oratorio, Santa Rosa a 951 msnm

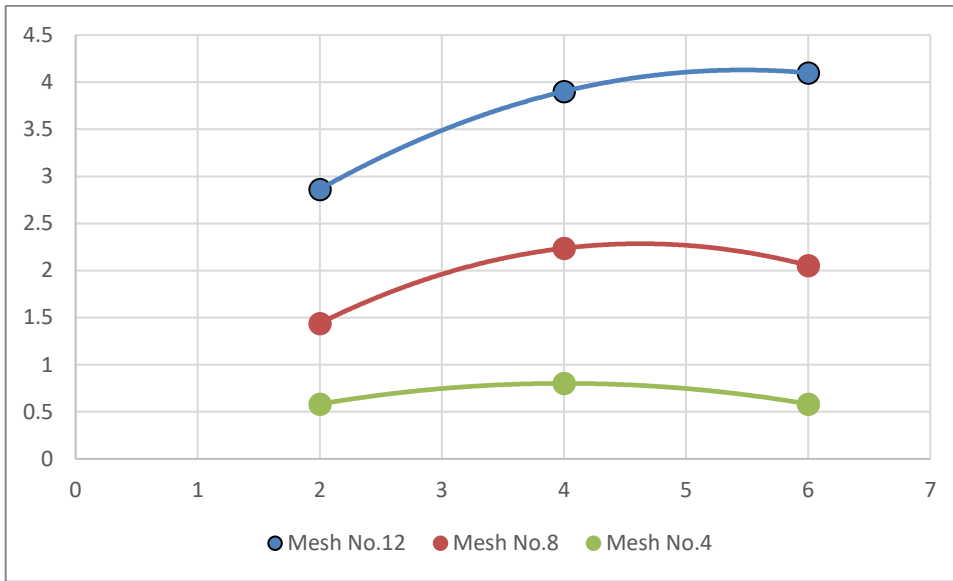
Se presentan resultados del municipio de altura alta sobre el nivel del mar indicando los resultados de la caracterización fisicoquímica del aceite extraído.

Tabla LX. Rendimiento y caracterización del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy) A diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción

Mesh	Horas	% Rendimiento	Densidad (g/mL)	pH	IR 20 °C
No. 12	2	2,8627 ± 0,1884	0,8274 ± 0,009	5 ± 0	1,4791 ± 0,0001
	4	3,9026 ± 0,7193	0,8339 ± 0,0142	5 ± 0	1,4791 ± 0,0001
	6	4,0996 ± 0,0911	0,8671 ± 0,0527	5 ± 0	1,4789 ± 0,0002
No. 8	2	1,4403 ± 0,8925	0,8383 ± 0,0232	5 ± 0	1,4789 ± 0,0002
	4	2,2369 ± 0,3969	0,8239 ± 0,0029	5 ± 0	1,4793 ± 0,0001
	6	2,0542 ± 0,7206	0,8398 ± 0,0216	5 ± 0	1,479 ± 0,0005
No. 4	2	0,583 ± 0,1471	0,8439 ± 0,011	5 ± 0	1,4784 ± 0,001
	4	0,802 ± 0,1351	0,8232 ± 0,0104	5 ± 0	1,4781 ± 0,0006
	6	0,5832 ± 0,1602	0,8284 ± 0,0064	5 ± 0	1,4784 ± 0,0009

Fuente: elaboración propia utilizando datos de las tablas XIV a la tabla XXII.

Figura 27. **Gráfica del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**



Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la tabla LX.

Tabla LXI. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. Dancy). Obtenido con diferentes tamaños de partícula**

Color	Mesh	Modelo matemático	Dominio	R^2
	No. 12	$\%R - 0.1054 t^2 + 1.1521 t + 0.9799$	[2,6]	1
	No. 8	$\%R - 0.1224 t^2 + 1.1328 t - 0.3356$		1
	No. 4	$\%R = -0.0547 t^2 + 0.4378 t - 0.0738$		1

Fuente: elaboración propia, con base en la figura 27.

Tabla LXII. **Contenido de D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*). Obtenido con diferentes tamaños de partícula y tiempos de extracción**

Mesh	Horas	Contenido D-Limoneno (% Área)	
No. 12	2	66,48	71,4 ± 4,38
	4	72,83	
	6	74,88	
No. 8	2	74,82	74,31 ± 1,07
	4	73,08	
	6	75,02	
No. 4	2	63,95	65,69 ± 7,77
	4	58,94	
	6	74,18	

Fuente: elaboración propia con base en tablas XXXIX a XLVII.

4.4. Rendimiento del aceite esencial

En esta sección se tabularon los resultados promedio del rendimiento promedio del aceite esencial en función del tamaño de partícula y altura sobre el nivel del mar a la que fue cultivada.

Tabla LXIII. **Rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy a diferentes tamaños de partícula**

Mesh	294 msnm.	614msnm	951 msnm	Valor	$\pm\sigma$
No. 12	3,0707	3,8838	3,6216	3,5254	0,4149
No. 8	2,8320	3,6579	3,1475	3,2125	0,4167
No. 4	2,7408	3,5840	2,5922	2,9723	0,5348

Fuente: elaboración propia, con base en tabla XIV, XV y XVI.

4.5. Densidad del aceite esencial.

En esta sección se presentan los resultados promedio de la densidad del aceite esencial en función de la altura sobre el nivel del mar a la que fue cultivada la mandarina Dancy y tiempo de extracción.

Tabla LXIV. **Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales**

Localización	Densidad (g/mL)	$\pm\sigma$
Chiquimulilla, 294 msnm.	0,8252	0,0228
San Felipe, 614msnm.	0,8251	0,0069
Oratorio, 951 msnm.	0,8362	0,0137
Valor	0,8288	0,0293

Fuente: elaboración propia, utilizando valores de la tabla XVII, XVIII y XIX.

Tabla LXV. **Densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes tiempos de extracción**

Tiempo	Densidad (g/mL)	$\pm\sigma$
2 horas	0,8278	0,0136
4 horas	0,8207	0,0106
6 horas	0,8380	0,0194
Valor	0,8288	0,0293

Fuente: elaboración propia, utilizando valores de la tabla XVII, XVIII y XIX.

4.6. Índice de refracción del aceite esencial

Tabulando los resultados para la densidad promedio del aceite esencial de la mandarina Dancy en función de la altura del nivel del mar donde fue cultivada.

Tabla LXVI. Índice de refracción del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales

Localización	Densidad (g/mL)	$\pm\sigma$
Chiquimulilla, 294 msnm.	1,4791	0,0005
San Felipe, 614msnm.	1,4793	0,0004
Oratorio, 951 msnm.	1,4788	0,0004
Valor	1,4791	0,0005

Fuente: elaboración propia, utilizando valores de la tabla XX, XXI, XXII.

4.7. Composición química

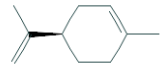
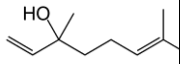
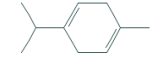
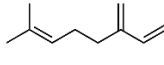
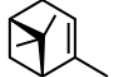
Se muestran los porcentajes de área cromatográfica promedio del D-Limoneno presente en el aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy.

Tabla LXVII. Contenido de D-Limoneno del aceite esencial de la mandarina Dancy, a diferentes zonas altitudinales

Localización	% Área	$\pm\sigma$
Chiquimulilla, 294 msnm.	67,839	8,8267
San Felipe, 614msnm.	69,027	3,4980
Oratorio, 951 msnm.	71,100	5,7018
Valor	69,3223	6,1647

Fuente: elaboración propia con base en tablas XXIII a XLVII.

Tabla LXVIII. **Compuestos mayoritarios presentes en el aceite de la mandarina Dancy**

No	Numero CAS	Nombre IUPAC	Nombre común	Estructura molecular	Molécula	% Área
1	5989-27-5	(4R)-1-methyl-4-prop-1-en-2-ylcyclohexene	D-Limoneno		C ₁₀ H ₁₆	69.88 ± 5.43
2	0078-70-6	3,7-dimethylocta-1,6-dien-3-ol	Linalool		C ₁₀ H ₁₈ O	7.25 ± 3.78
3	0099-85-4	1-methyl-4-propan-2-ylcyclohexa-1,4-diene	gamma-Terpineno		C ₁₀ H ₁₆	5.61 ± 1.66
4	0123-35-3	7-Methyl-3-methylene-1,6-octadiene	β-mirceno		C ₁₀ H ₁₆	3.80 ± 0.55
5	7785-70-8	2,6,6-Trimethyl	α-Pineno		C ₁₀ H ₁₆	1.88 ± 0.38

Fuente: elaboración propia con base en tabla XXIII a XLVII.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En los últimos años se ha reconocido la importancia de las especies vegetales y la necesidad de aprender a manejar estos recursos renovables, que sin duda alguna traen beneficio para la población en general. Sin embargo, las investigaciones de extractos vegetales cultivados en Guatemala no son lo suficientemente abundante y las empresas dedicadas a las extracciones son escasas, por lo que se busca fomentar esta industria. El gran valor de los aceites esenciales proviene de la gran cantidad de componentes químicos presentes, y ya que Guatemala es un país rico en diversidad vegetal, la realización de una investigación en la extracción de los aceites esenciales es prioridad, y es por eso que el foco de esta investigación es el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata var. Dancy*), ya que con los resultados se podrán proporcionar parámetros necesarios de operación y de extracción del aceite esencial para su posterior industrialización y comercialización.

La materia prima trabajada provino de tres localidades diferentes de Guatemala, variando la altura sobre el nivel del mar a la que fue cultivada. Fue adquirida de Chiquimulilla (Santa Rosa) 294 msnm., del municipio de San Felipe (Retalhuleu) 614 msnm. Y del municipio de Oratorio (Santa Rosa) 951 msnm. El material vegetal se clasificó por la pigmentación, y redujo el tamaño de partícula del flavedo a tamices de numeración No. 12, No. 8 y No. 4, el material vegetal con granulometría uniforme se colocó en el Neo Clavenger utilizando como solvente agua destilada, a una temperatura de ebullición se realizaron diferentes intervalos de tiempo de extracción.

Este método se conoce como hidrodestilación a escala laboratorio, los tiempos de extracción estudiados fueron de 2 horas, 4 horas y de 6 horas. Para cada una de estas combinaciones se obtuvo un aceite esencial al cual se le determinó el porcentaje de rendimiento, densidad, índice de refracción, potencial de hidrogeno y contenido de componentes químicos a través de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas.

Los porcentajes de rendimiento de aceite esencial obtenidos variando tiempo de extracción y tamaño de partícula a un nivel altitudinal de 294 msnm, 614 msnm y 951 msnm. se encuentran en las tablas LIV, LVII y LX, respectivamente, y en las figuras 25, 26 y 27, se puede visualizar su comportamiento gráficamente, en las que se observa que, los porcentajes de rendimiento fueron aumentando en función del tiempo, pero se observa que existe una tendencia cuadrática negativa en su comportamiento, presentando un valor máximo en 4 horas como tiempo de extracción. Este comportamiento inusual se debe a un factor no controlado en la operación. El vapor generado con el calentamiento directo del equipo contiene partículas volátiles de la materia vegetal y al ponerlo en contacto con una corriente de agua a menor temperatura, este se condensa y se obtiene una mezcla de hidrolato y de aceite esencial que, posteriormente, es separada por decantación, ya que esta última etapa del proceso no se controla la variable de temperatura. El aceite esencial condensado llega a una temperatura ambiente más la temperatura por radiación de la plancha, volatilizó el aceite esencial escapándose por la válvula reguladora de presión. Por ello, hubo más pérdidas de aceite que condensado. Por tal razón el tiempo óptimo de extracción es de 4 horas. Los comportamientos gráficos del rendimiento del aceite esencial presentan los modelos matemáticos, los cuales se encuentran en las tablas LV, LVIII y LXI, que describen el porcentaje del rendimiento en función del tiempo de extracción. Para cada tamaño de partícula utilizado existe un modelo

matemático de coeficiente de correlación 1, demostrando que la correlación se adecúa idealmente al comportamiento del rendimiento en variación de sus variables independientes.

El análisis estadístico para evaluar la existencia de una diferencia significativa entre el porcentaje de rendimiento extractivo en los diferentes niveles altitudinales, tamaños de partícula y en los tiempos de extracción se observa en la tabla L. Se demuestra que al comparar el valor P, siendo menor que el valor 0,05 de significancia, existe una diferencia significativa del porcentaje de rendimiento en función de la zona altitudinal, el tamaño de partícula, el tiempo de extracción, la interacción de la zona altitudinal con el tamaño de partícula y la interacción de la zona altitudinal con tiempo de extracción con la zona altitudinal. Esto se muestra gráficamente con el diagrama de Pareto en la figura 17. Significa que el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy depende primordial y significativamente de la zona altitudinal a la que fue cultivada la mandarina Dancy, seguido por tamaño de partícula y el tiempo de extracción.

En la tabla LXIII están los datos tabulados sobre el rendimiento del aceite esencial en función del tamaño de partícula, teniendo el porcentaje más alto de rendimiento para un tamaño de partícula mesh No. 12. Cuando se genera el vapor dentro del balón arrastra las partículas volátiles del material vegetal con las que está en contacto y, como se sabe que el aceite esencial está contenido dentro de glándulas, cuanto más pequeño sea el tamaño de partícula mayor área de contacto tendremos y la probabilidad de que se haya destruido la mayor cantidad de tejido vegetal es superior, pero también hay que tomar en cuenta que no es todo el aceite esencial obtenido, porque mientras se realizó el rayado de la mandarina para llegar a ese tamaño de partícula, existieron pérdidas de aceite esencial debido a la fricción con los instrumentos.

Se evaluó la calidad del aceite esencial mediante la caracterización fisicoquímica, en las tablas LIV, LVII y LX, se muestran los valores medios obtenidos para la densidad del aceite esencial en función del nivel altitudinal, variando el tamaño de partícula y el tiempo de extracción. cada valor está representado con su desviación estándar indicando la variabilidad dentro de las corridas, el resultado promedio para la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy es de $0,8288 \pm 0,0293$, g/mL.

En la tabla LII se realizó un análisis de varianza probando las hipótesis planteadas acerca de las medias obtenidas en cada tratamiento para la densidad. El resultado es que la densidad depende significativamente del tiempo de extracción y no de la zona a la que fue cultivada la mandarina, ni del tamaño de partícula, por lo que, en la tabla LXIV, se muestran los resultados en función del tiempo de extracción, teniendo 0.8380 ± 0.01944 , g/mL como la densidad de mayor valor, este valor corresponde a un tratamiento de 6 horas de extracción. Este alto valor numérico representa que dentro del aceite esencial existe una mayor cantidad de hidrocarburos monoterpenicos que son los encargados de funciones primarias de la botánica.

En la determinación del índice de refracción se puede observar en las tablas LIV, LVII y LX. El índice de refracción es una propiedad empleada como indicador de pureza del aceite, cuanto menor sea el índice de refracción indica que existe más pureza y presenta menor turbidez, siendo un valor medio de $1,4792 \pm 0,0004$ a una temperatura de 20°C. Como se observa, la desviación estándar es muy baja e indica que no existe variación significativa de los resultados, sin embargo, el valor mínimo obtenido del índice de refracción es de 1,4781 y pertenece a Oratorio con un tamaño de partícula mesh No. 4 y 4 horas como tiempo de extracción.

En la tabla LIII se encuentra el análisis estadístico, probando las hipótesis planteadas para la dependencia significativa de las variables de estudio, donde se evaluó el valor P, siendo menor al valor de 0,05 de significancia y se determinó que existe una diferencia significativa del índice de refracción en función de la zona altitudinal y de la interacción de la zona altitudinal con el tamaño de partícula. Es decir que el índice de refracción a 20 °C depende, principalmente, del nivel altitudinal de la cosecha de la mandarina, en la tabla LXVI se comparan los valores en función de la zona altitudinal, y el valor mínimo obtenido es de $1,478 \pm 0.0004$ perteneciente de Oratorio a 954 msnm.

Para determinar el contenido de D-Limoneno presente en el aceite esencial se realizó el estudio en el Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, de la universidad del Valle de Guatemala, mediante un cromatógrafo gaseoso con acoplamiento a espectrometría de masas. Se analizó una muestra por cada tratamiento realizado. Con los resultados del cromatógrafo se determinaron los picos y tiempos de retención de cada muestra extraída, y con la espectrometría de masas se identificó cada sustancia con el nombre de los componentes químicos que conforman el aceite esencial, teniendo como resultado el contenido cuantitativo y nombres de los diferentes compuestos.

En la tabla LXVIII se identificaron los componentes químicos principales en orden decreciente. Estos se clasifican como monoterpenos, y el componente mayoritario es el D-Limoneno. En las tablas LVI, LIX y LXII se observa el contenido de D-Limoneno a diferentes zonas altitudinales, a diferentes tamaños de partícula y distintos tiempos de extracción. Al comparar estos resultados mediante el análisis estadístico se determinó que no existe una diferencia significativa del componente mayoritario, por lo que en la tabla LXVII se comparan los porcentajes de todas las muestras, dando como resultado un valor medio de 69.3223 ± 6.1647 , porciento de área cromatográfica para el

compuesto D-Limoneno en el aceite esencial de la mandarina Dancy, el contenido de D-Limoneno no depende significativamente de las variables estudiadas, ya que este componente es parte fundamental en la estructura de los aceites esenciales de los cítricos y, por otra parte, presenta un punto de ebullición relativamente bajo, por lo que se puede decir que es de los compuestos más volátiles, siendo de los primeros en ser extraídos del material vegetal. También cabe destacar que el mayor porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy fue obtenido en un tiempo de extracción de 6 horas, tamaño de partícula mesh No. 8 y perteneciente a una altura de 951 msnm. siendo del 75.02 % de área cromatográfica.

El rendimiento con mayor porcentaje de extracción fue 4.0996 %, el menor índice de refracción a 20 °C es de 1.478 ± 0.0004 y la densidad de 0.8380 ± 0.01944 , g/mL, estos resultados óptimos pertenecen a la mandarina Dancy cultivada en Oratorio a 951 msnm. El resultado da por hecho que las mandarinas de tierras altas tienen mayor calidad lo que se puede comprobar con el parámetro de calidad que es el índice de refracción, esto se debe a que el aceite esencial proveniente de tierras altas está sometido constantemente al efecto de la radiación solar que es mayor, el gradiente térmico entre el día y la noche es mayor, los vientos de altura presentan menor cantidad de agentes contaminantes, lo que permite mayor sanidad de la mandarina y no recurrir al uso excesivo de pesticidas. Como consecuencia un resultado positivo para que la planta desarrolle sus propios métodos de defensa aumentando la cantidad de fenoles presentes en la cáscara del fruto y así presentar un alto contenido de D-Limoneno. También es bueno mencionar que los principales compuestos químicos de la mandarina son mono terpenos, que son los responsables del color de la mandarina y de la estructura astringencia encontrados en el flavedo de la mandarina. El árbol de la mandarina sintetiza estos compuestos por polimerización enzimática, además de los compuestos aromáticos en respuesta

al estrés hídrico durante la cosecha. Todos estos factores agregados al increíble proceso que hace la naturaleza dan como resultado aceites esenciales de gran valor, de alta calidad, mayor intensidad, mejor estructura, y definitivamente mayor calidad organoléptica.

CONCLUSIONES

1. Existe diferencia significativa en el rendimiento del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) en función de la zona altitudinal a la que fue cultivada, el tamaño de partícula y el tiempo de extracción.
2. El mayor valor del rendimiento de aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) corresponde a 4,0996% proveniente de Oratorio a 951 msnm. De tamaño de partícula mesh No. 12 y 6 horas de extracción, y el menor valor es de 0,4159 % rendimiento corresponde a Chiquimulilla a 294 msnm. De tamaño de partícula grande y 2 horas como tiempo de extracción.
3. Sí existe diferencia significativa en la densidad del aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) en función del tiempo de extracción, y no existe diferencia significativa con la zona altitudinal a la que fue cultivada ni del tamaño de partícula.
4. El valor promedio experimental de la densidad del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) es de $0,8288 \pm 0,0293$ g/mL
5. Sí existe diferencia significativa en el índice de refracción del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) en función de la zona altitudinal a la que fue cultivada y de la interacción con el tamaño de

partícula, pero no existe diferencia significativa con el tiempo de extracción.

6. El valor promedio experimental del índice de refracción a 20 °C del aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) es de $1,4792 \pm 0,0004$.
7. No existe diferencia significativa en el porcentaje de D-Limoneno presente en el aceite esencial del flavedo de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) en función de la zona altitudinal a la que fue cultivada, el tamaño de partícula y el tiempo de extracción.
8. El mayor valor del porcentaje de área de D-Limoneno presente en el aceite esencial de la mandarina Dancy (*Citrus reticulata* var. *Dancy*) corresponde a 75.02 % de área cromatográfica, proveniente de Oratorio a 951 msnm. De tamaño de partícula mesh No. 8 y 6 horas de extracción, y el menor valor es de 58.375 % de área cromatográfica corresponde a Chiquimulilla a 294 msnm. De tamaño de partícula mesh No. 4 y 4 horas como tiempo de extracción.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un método en frío para la separación del flavedo de la mandarina y la molienda de este, para evitar pérdidas del aceite esencial por la fricción ocasionada con los instrumentos empleados en la reducción del tamaño de partícula.
2. Comparar el rendimiento del aceite esencial de la mandarina Dancy, con el que existe actualmente en el mercado internacional.
3. Realizar un estudio de la factibilidad económica de la extracción del aceite esencial, y el costo por extraer 1 mL de D-Limoneno.
4. Controlar la temperatura del aceite condensado para evitar pérdidas.
5. Realizar el estudio en planta piloto para comparar los resultados de este estudio y analizar las posibles variaciones.
6. Realizar un estudio dedicado a la degradación y oxidación del componente D-Limoneno presente en el aceite esencial extraído del flavedo de la mandarina Dancy.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABRAHAM, Martín. *Supercritical Fluids*. 1ª ed.; Estados Unidos: ACS Symposium Series, 1997. 309p.
2. BLANCO ESCOBAR, Mónica. *Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México*. México D.F.: Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, 2010. 413p.
3. BUSTOS, Atma-Sol. et al. *Cuantificación de resveratrol en vinos mediante hplc*. Rev. Bol. Quim. 2012, vol.29, n.2. [en línea]: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602012000200006>. , Consulta: enero 2018.
4. ESTRADA, Joana. *Extracción del aceite esencial del flavelo de la naranja dulce (citrus sinensis l.) variedad valencia, proveniente de desechos agroindustriales, utilizando el método de destilación por arrastre con vapor a escala planta piloto, para su aplicación en la formulación de cosméticos*. Trabajo de graduación, de Ingeniera Química. Universidad de San Carlos de Guatemala: Facultad de Ingeniería. 2015. 209p.
5. FURIA, Thomas. *Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients*. Volumen I. 2a ed. Estados Unidos: CRC press. 1975. 384p.

6. HASSANZADEH, Sara. *Composición química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de las hojas del Ciprés (**Cupressus lusitánica Mill**)*. Estudio de investigación. Monteverde, Costa Rica: Monteverde: 2010 .304p.
7. PROUSKY, Jonathan *Journal of Orthomolecular Medicine*, ND, MSc., Tacoma, Washington, EEUU: Board, 2012, Vol. 27. ISSN 0317-0209. 190p.
8. KUIATE, JR. *Composición química y propiedades antidermatofíticas del aceite esencial de las hojas, flores y frutos del Ciprés (**Cupressus Lusitánica Mill**)*. Estudio de investigación. Camerún: 2006. 382p.
9. LOFFREDA, Constanza. *Aromaterapia. mantra*. [en línea] <http://www.mantra.com.ar/contterapiasalternativas/aromaterapia.html>. Consulta: enero 2018
10. MAZARIEGOS, Jorge. *Identificación y cuantificación de los componentes principales del aceite esencial del flavedo (cáscara) de *Citrus reshni* (Mandarina Cleopatra), *Citrus reticulata* (Mandarina común) y *Citrus reticulata* Blanco o *Citrus tangerina* (Mandarina Dancy) por medio de Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas*. Trabajo de graduación de licenciatura en Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Química Farmacéutica, 2008. 117p.

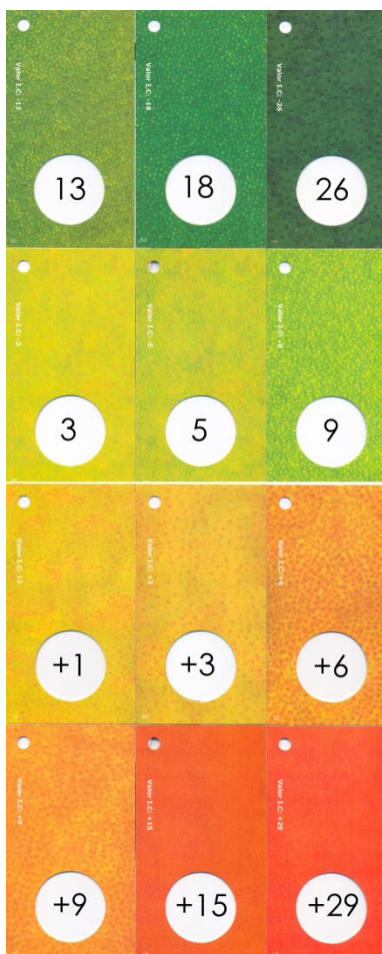
11. MENDOZA, Manuel. *Comparación del rendimiento y caracterización del aceite esencial del té de limón (**Cymbopogon citratus**), aplicando el método de hidrodestilación*. Trabajo de graduación de Ingeniería química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2002. 108p.
12. MÉRIDA, Marco. *Monitoreo de calidad en los resultados de los ensayos de densidad e índice de refracción realizados en el LIEXVE del Centro de Investigaciones de Ingeniería USAC*. Trabajo de graduación de Ingeniería Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2011. 142p.
13. MONZÓN, Ronald. *Determinación del rendimiento de aceite esencial de hoja de naranja agria (**Citrus aurantium**) en función del tamaño de partícula y el tamaño de muestra obtenida por medio del proceso de arrastre con vapor* Trabajo de graduación de Ingeniería Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1998. 142p.
14. PULIDO GUTIÉRREZ, Humberto. *Análisis y diseño de experimentos*. Santa Fe, México McGraw-Hill, 2010. ISBN-10: 970-10-6526-3. 564p.
15. STANDLEY, Paul. *Flora of Guatemala* 1a ed. Chicago, Estados Unidos: Universitaria. Volumen 24, Parte I. 1958. 478p.

16. LOSSI NISTHAL, Estefani Ana Marcela. *Obtención de aceite esencial del flavelo del fruto del naranjo dulce (Citrus Sinensis L.) tipo blanca, variedad valencia, empleando el método de destilación por arrastre de vapor a nivel laboratorio, en función de diferentes tipos de corte y contenido de humedad.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 146 p.

17. SARAIVIA CANO, Edwin José. *Evaluación del rendimiento extractivo, contenido de α -pineno y tiempo óptimo de extracción del aceite esencial de ciprés (cupressus lusitánica mill.) obtenido de hojas, ramillas y frutos mediante el método de hidrodestilación a nivel laboratorio.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 268 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Código de colores para caracterizar y estandarizar la pigmentación del flavedo de la mandarina Dancy



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Obtención de la mandarina**



Fuente: municipio de Chiquimulilla 294 msnm, Santa Rosa.



Fuente: municipio de San Felipe 614msnm, Retalhuleu.



Fuente: municipio de Oratorio 951 msnm, Santa Rosa.

Apéndice 3. Clasificación de la mandarina



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Granulometría y reducción de tamaño de partícula



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Apéndice 5. Preparar las muestras



Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

Apéndice 6. Extracción del aceite esencial de la mandarina Dancy

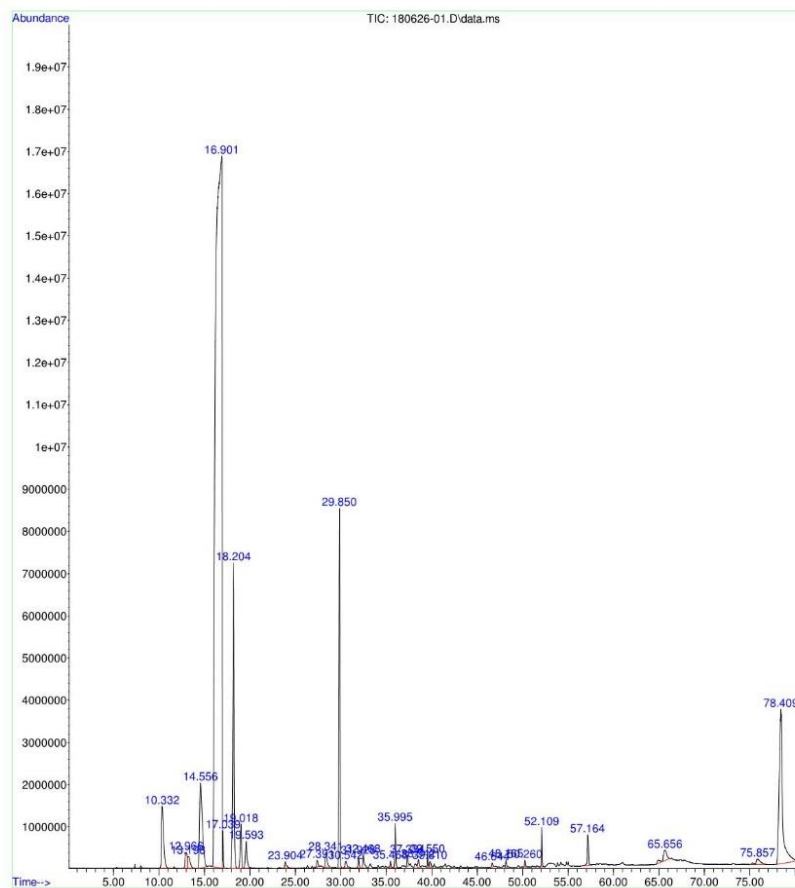


Fuente: elaboración propia, realizado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

ANEXOS

Anexo 1. Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-01.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 14:09 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 1
Misc Info : LCP21
Vial Number: 1



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 2. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-01.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 14:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 1
 Misc : LCP21
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.331	1.94	C:\Database\NIST05a.L			
			IR-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	94
			IR-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	94
2	12.965	0.51	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390	018172-67-3	94
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
3	13.197	0.44	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15378	003387-41-5	91
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
4	14.557	3.68	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	86
			Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	30170	006580-95-6	59
5	16.899	68.16	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15153	000138-86-3	91
			Limonene	15154	000138-86-3	90
6	17.040	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
7	18.205	5.71	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
8	19.019	0.84	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-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
9	19.592	0.67	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	98
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:48:27 2018 Page: 1

Continuación del anexo 2

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-01.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 14:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 1
 Misc : 1CP21
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			thylidene)-			
10	23.904	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	86
			Nonanal	19203	000124-19-6	72
11	27.388	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	95
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	76
12	28.344	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	80
13	29.849	4.96	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	52
14	30.541	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			Formic acid, octyl ester	28901	000112-32-3	90
15	31.928	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32109	001076-56-8	91
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32108	001076-56-8	91
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylet hyl)-	32075	000877-65-6	72
16	32.469	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
17	35.467	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	53
18	35.994	0.64	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
19	37.332	0.18	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 2

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-01.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 14:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 1
 Misc : 1CP21
 ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	90
20	38.542	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			Citronellyl isobutyrate	75860	000097-89-2	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	86
21	39.551	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	97
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	87
22	39.811	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44379	000105-86-2	72
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	50
			2,6-Octadiene, 1-bromo-3,7-dimethyl-, (E)-	68116	006138-90-5	47
23	46.643	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	46
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	38
24	48.167	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	74
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	72
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	58
25	50.259	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Methoxy-4-vinylphenol	23425	007786-61-0	90
			o-Isopropylanisole	22724	002944-47-0	64
			Ethanone, 1-(2-hydroxy-5-methylphenyl)-	23539	001450-72-2	64
26	52.110	0.41	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	93
27	57.164	0.50	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	60
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	55
28	65.656	0.65	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexane, 1-(1,5-dimethylhexyl)	112117	056009-20-2	60
			-4-(4-methylpentyl)-			
			9-Methyl-2-10-tetradecen-1-ol acet	104145	1000130-99-4	55

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:48:27 2018

Page: 3

Continuación del anexo 2

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-01.D
Title :
Acq On : 26 Jun 2018 14:09
Operator : AdeM
Sample : Muestra 1
Misc : 1CP21
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

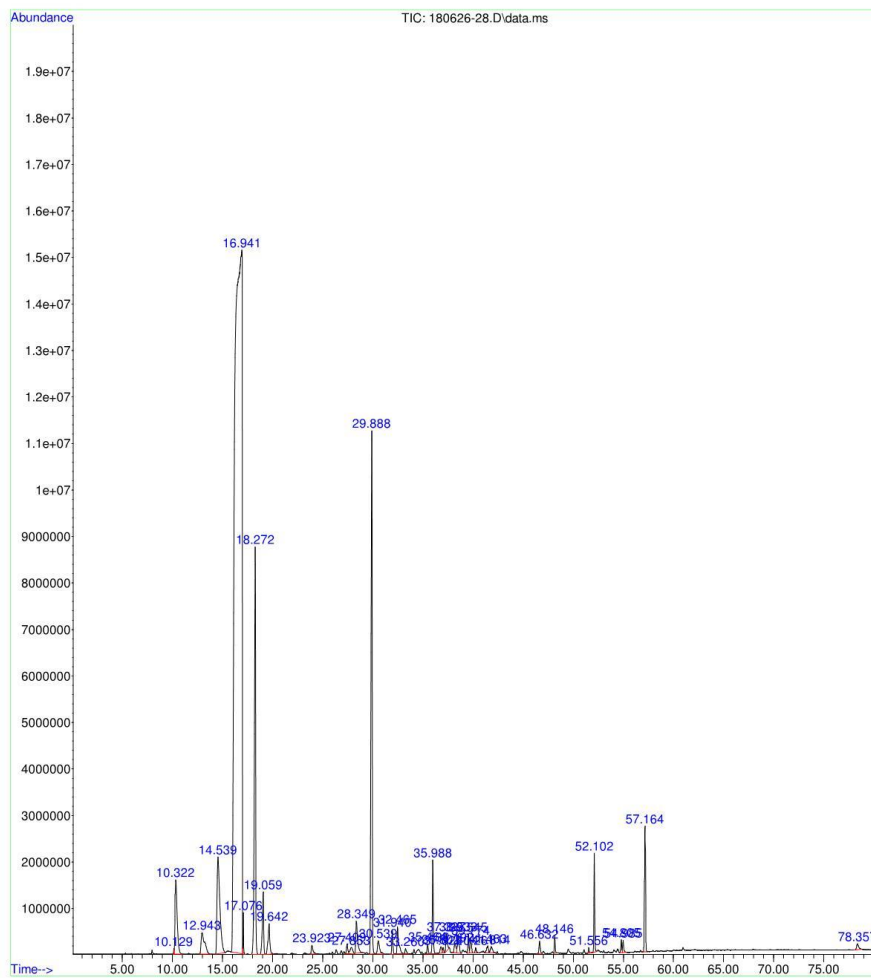
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ate Oxirane, tetradecyl-	85507	007320-37-8	53
29	75.859	0.36	C:\Database\NIST05a.L Dicyclohexano-18-crown-6	162139	016069-36-6	35
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100939	017455-13-9	30
			ane Tridecanedioic acid	87726	000505-52-2	27
30	78.410	7.93	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	99
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	94

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 3. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-28.D
Operator : AdeM
Acquired : 28 Jun 2018 5:51 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Muestra 2
Misc Info : 5CP42
Vial Number : 2



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 4. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-28.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 5:51
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 2
 Misc : 5CP42
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.131	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- Butanoic acid, 2-propenyl ester	1752 1761 11874	000115-18-4 000115-18-4 002051-78-7	91 64 53
2	10.322	2.06	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1S-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene	15188 15185 15186	007785-70-8 007785-26-4 007785-70-8	95 95 95
3	12.942	1.03	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
4	14.538	3.69	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15180 15177 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	86 81 59
5	16.940	66.65	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
6	17.076	0.26	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15198 15374 15200	000555-10-2 028634-89-1 000555-10-2	91 91 91
7	18.273	6.68	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.060	1.09	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14430 14428	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97
9	19.642	0.71	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	15169 15338 15339	029050-33-7 000586-62-9 000586-62-9	98 97 96
10	23.922	0.18	C:\Database\NIST05a.L			

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Thu Jun 28 13:48:57 2018

Continuación del anexo 4

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-28.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 5:51
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 2
 Misc : 5CP42
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	90
11	27.411	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	97
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	97
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	81
12	27.852	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)-	59992	020307-84-0	96
			Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)-	59994	020307-84-0	96
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15357	000099-86-5	93
13	28.348	0.77	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
14	29.890	8.10	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	59
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	52
15	30.540	0.37	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			Formic acid, octyl ester	28901	000112-32-3	90
16	31.941	0.35	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
17	32.464	0.58	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	94
18	33.260	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Nonen-5-yne, 4-ethyl-, (E)-	22973	074744-60-8	49
			3-Nonen-5-yne, 4-ethyl-, (Z)-	22974	074744-26-6	49
			1,3-Cyclopentadiene, 1,2-dimethyl-	2575	004784-86-5	45
19	35.462	0.16	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 4

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-28.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 5:51
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 2
 Misc : 5CP42
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	72
20	35.990	1.18	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
21	36.804	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			Dodecanal	45952	000112-54-9	87
			Dodecanal	45951	000112-54-9	87
			1,1-Dodecanediol, diacetate	115933	056438-07-4	87
22	37.022	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54279	000141-12-8	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, propanoate, (Z)-	64241	000105-91-9	87
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54283	000141-12-8	87
23	37.327	0.30	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	95
24	38.191	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	83
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	83
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	60
25	38.532	0.42	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	86
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	83
26	39.547	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	92
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-, (S)-	22942	018031-40-8	90
27	39.774	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tri- methyl-	72934	004602-84-0	64
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
			2-Pentene, 4-methyl-, (E)-	1491	000674-76-0	43
28	40.261	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			2,4-Decadienal	24037	002363-88-4	87
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	87

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Thu Jun 28 13:48:57 2018

Page: 3

Continuación del anexo 4

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-28.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 5:51
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 2
 Misc : 5CP42
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	81
29	41.462	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethenyl)-, (S)-	22924	016750-82-6	87
			5-Silaspiro[4.4]nona-2,7-diene	15730	052856-32-3	52
			Decan-2,4,8-triene, 4,7-dimethyl-	32200	1000132-15-2	50
30	41.812	0.16	C:\Database\NIST05a.L .gamma.-Elemene	59808	339154-91-5	95
			Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-	59969	003242-08-8	93
			.gamma.-Elemene	59817	030824-67-0	93
31	46.633	0.20	C:\Database\NIST05a.L 5-Hexenal, 4-methylene-1,4-Pentadiene	5658	017844-21-2	38
			2,8-Decadiyne	427	000591-93-5	38
				14336	004116-93-2	27
32	48.148	0.18	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	90
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
33	51.555	0.06	C:\Database\NIST05a.L Nonanoic acid	28885	000112-05-0	95
			Hexanoic acid	7852	000142-62-1	43
			Pentanoic acid, 3-methyl-	7891	000105-43-1	43
34	52.101	0.96	C:\Database\NIST05a.L Thymol	22702	000089-83-8	93
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22699	000089-83-8	90
35	54.807	0.13	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37495	000334-48-5	64
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	64
36	54.985	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	55
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71465	006750-60-3	46
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	38
37	57.164	1.65	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	15243	000502-99-8	38
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	38
38	78.356	0.16	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 4

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-28.D
Title :
Acq On : 28 Jun 2018 5:51
Operator : AdeM
Sample : Muestra 2
Misc : 5CP42
ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

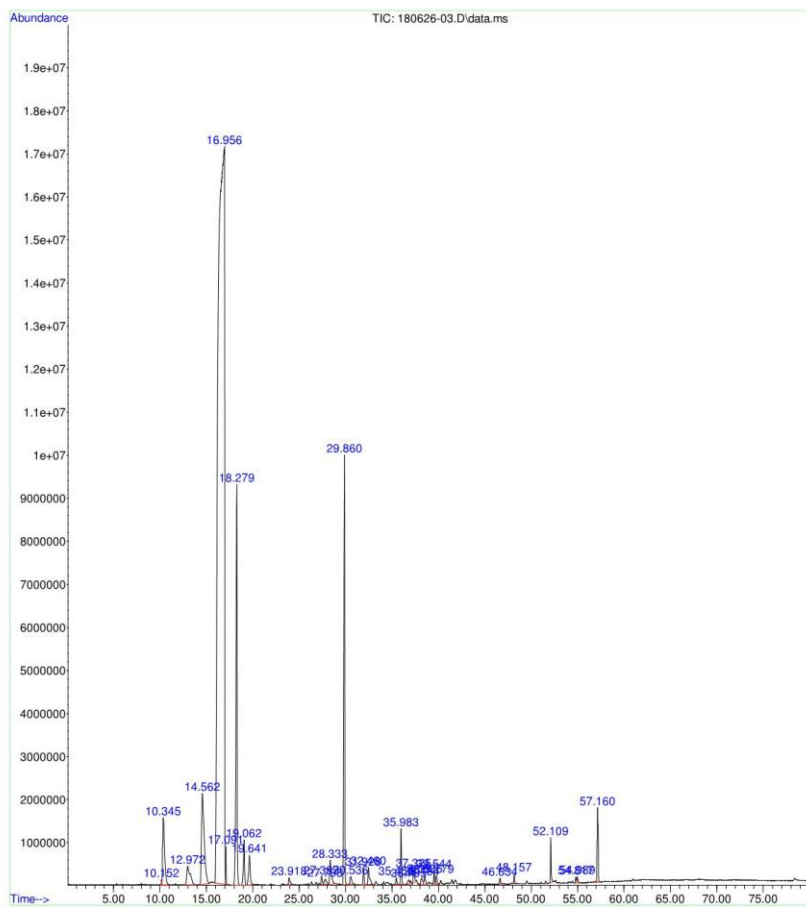
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	94
			4,7,10,13,16-Pentaoxonadeca-1,18-diene	107988	058185-54-9	50

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 5. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-03.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 17:06 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Muestra 3
Misc Info : 6CP62
Vial Number : 3



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 6. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-03.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 17:06
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 3
 Misc : 6CP62
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.153	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1752 1763 1762	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	91 90 78
2	10.344	2.00	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)- 1R-.alpha.-Pinene	15188 15376 15186	007785-70-8 002437-95-8 007785-70-8	95 94 94
3	12.973	0.98	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene	15171 15390 15175	000127-91-3 018172-67-3 000127-91-3	94 94 94
4	14.561	3.78	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15180 15177 15174	000123-35-3 000123-35-3 000127-91-3	91 81 64
5	16.958	72.73	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
6	17.090	0.25	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15373 15200 15198	003387-41-5 000555-10-2 000555-10-2	91 91 91
7	18.277	6.88	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.064	0.81	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14428 14430	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97
9	19.642	0.70	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15169 15317 15338	029050-33-7 000554-61-0 000586-62-9	98 97 97
10	23.917	0.16	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19204	000124-19-6	91

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:51:33 2018

Continuación del anexo 6

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-03.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 17:06
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 3
 Misc : 6CP62
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
11	27.397	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	95
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	90
12	27.797	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15357	000099-86-5	93
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	93
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15319	000554-61-0	93
13	28.334	0.63	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
14	29.858	5.97	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
			Linalyl isobutyrate	74304	000078-35-3	58
15	30.536	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13191	000111-87-5	91
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
16	31.928	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylethyl)-	32075	000877-65-6	72
17	32.460	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
18	35.457	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
19	35.985	0.76	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25797	000098-55-5	87
			.alpha.-4-trimethyl-			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25845	010482-56-1	80

Continuación del anexo 6

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-03.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 17:06
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 3
 Misc : 6CP62
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.alpha.,4-trimethyl-, (S)-			
20	36.795	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Tridecanal	55874	010486-19-8	91
			Cyclodecane	17323	000293-96-9	91
			1,1-Dodecanediol, diacetate	115933	056438-07-4	87
21	37.327	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24108	005392-40-5	89
22	38.196	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	83
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	70
23	38.537	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	97
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	86
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	81
24	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	92
25	39.779	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
			Trifluoroacetyl-lavandulol	91686	028673-24-7	47
			3,6-Dimethyl-1-heptyn-3-ol	18071	019549-98-5	43
26	46.633	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	38
27	48.157	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	90
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	64
28	52.110	0.51	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	93
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	90
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	90
29	54.816	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	53
			Tridecanoic acid	67133	000638-53-9	50
30	54.989	0.10	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 6

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-03.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 17:06
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 3
 Misc : 6CP62
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

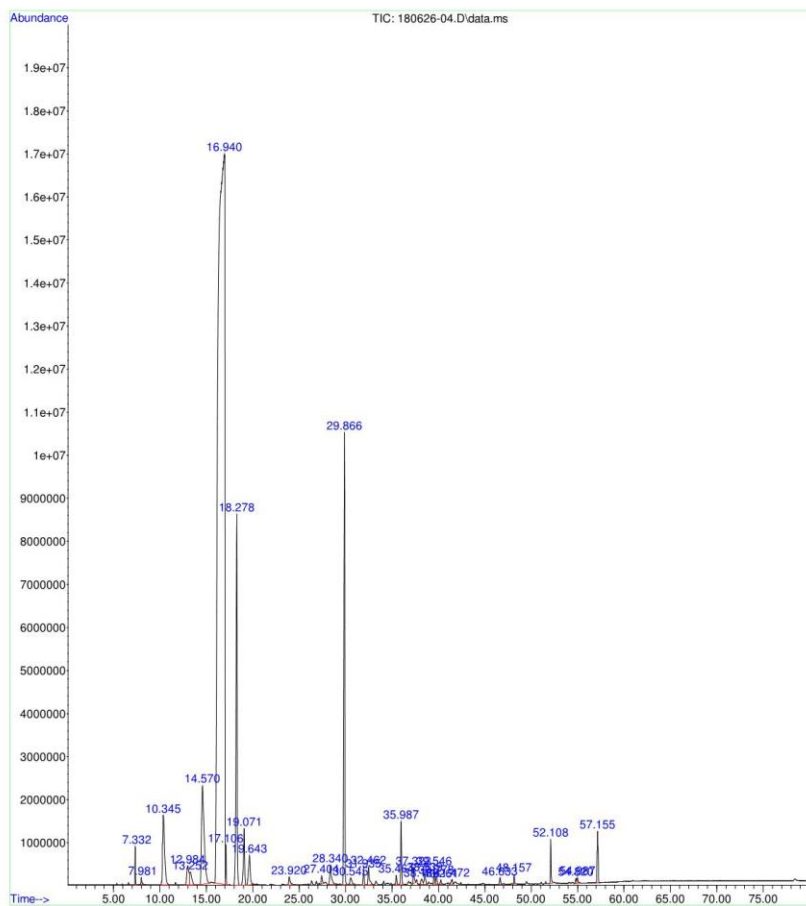
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	50
			6,7-Dimethyl-3,5,8,8a-tetrahydro-1H-2-benzopyran	32117	110028-10-9	27
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	25
31	57.159	1.02	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	55
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	50

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 7. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-04.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 18:35 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 4
Misc Info : 10CM21
Vial Number: 4



ente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 8. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-04.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 18:35
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 4
 Misc : 10CM21
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.333	0.28	C:\Database\NIST05a.L Ethyl Acetate	1979	000141-78-6	91
			Ethyl Acetate	1982	000141-78-6	91
			Ethyl Acetate	1981	000141-78-6	74
2	7.979	0.09	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
3	10.344	2.09	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-.alpha.-Pinene	15376	002437-95-8	94
				15178	000080-56-8	94
4	12.983	0.61	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
				15174	000127-91-3	91
5	13.251	0.44	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15378	003387-41-5	94
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-.beta.-Phellandrene	15373	003387-41-5	94
				15200	000555-10-2	91
6	14.570	3.94	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Myrcene	15179	000123-35-3	91
			Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	30170	006580-95-6	64
7	16.940	72.82	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15155	000138-86-3	94
			Limonene	15153	000138-86-3	91
8	17.104	0.27	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene	15201	000555-10-2	91
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
9	18.277	6.07	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
10	19.073	1.03	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

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:52:46 2018 Page: 1

Continuación del anexo 8

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-04.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 18:35
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 4
 Misc : 10CM21
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
11	19.642	0.78	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15169 15338 15339	029050-33-7 000586-62-9 000586-62-9	98 97 97
12	23.922	0.17	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19204 19202 19203	000124-19-6 000124-19-6 000124-19-6	91 91 90
13	27.402	0.14	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25584 25581	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	98 94 90
14	28.339	0.50	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27022	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 90
15	29.867	6.31	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl-	25636 25643 15345	000078-70-6 000078-70-6 000488-97-1	94 90 55
16	30.545	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol Formic acid, octyl ester 1-Octanol	13203 28901 13196	000111-87-5 000112-32-3 000111-87-5	91 90 87
17	31.937	0.22	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-5-methyl-	32108 32109 32082	001076-56-8 001076-56-8 000088-60-8	93 93 72
18	32.464	0.36	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25745 25750 25781	000562-74-3 000562-74-3 020126-76-5	97 96 93
19	35.467	0.15	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148 24106 24150	000106-26-3 005392-40-5 000106-26-3	95 74 72

Continuación del anexo 8

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-05.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 20:03
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 5
 Misc : 14CM42
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
19	35.981	0.69	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
20	37.327	0.29	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
21	38.196	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	91
			.alpha.-Farnesene	59833	000502-61-4	70
22	38.537	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	80
23	39.542	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	92
24	39.779	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25689	000106-24-1	78
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	64
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
25	46.634	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	53
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
26	48.157	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
27	52.106	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			Thymol	22702	000089-83-8	90
			Thymol	22699	000089-83-8	90
28	54.821	0.06	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 8

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-04.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 18:35
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 4
 Misc : 10CM21
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

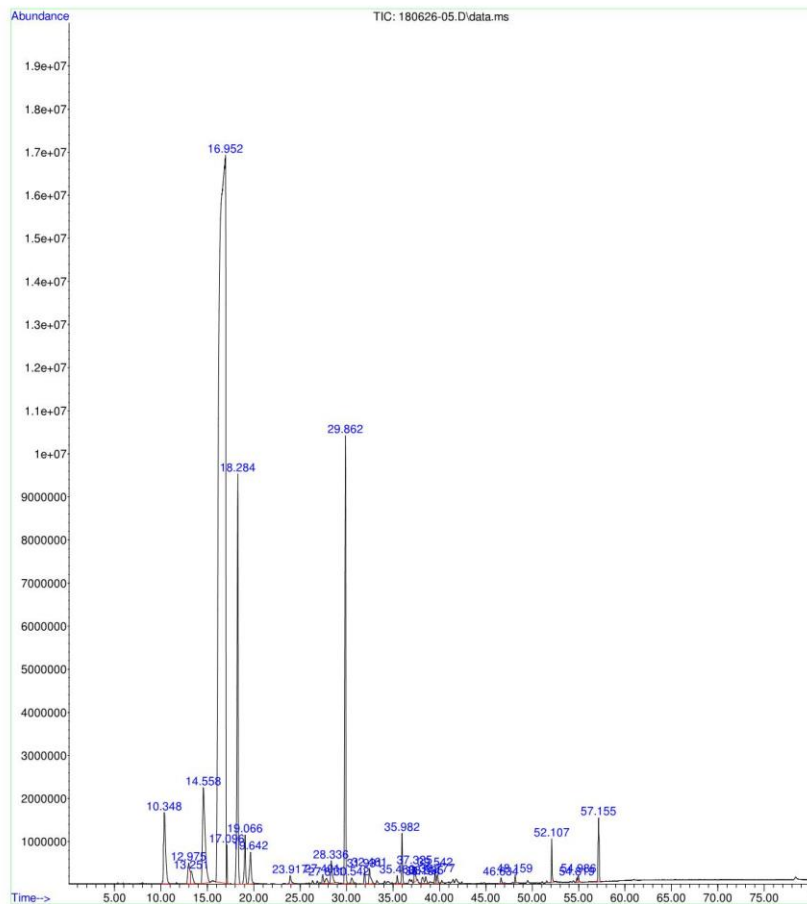
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	48.157	0.11	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	74
30	52.105	0.49	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	93
			Thymol	22702	000089-83-8	90
			Thymol	22699	000089-83-8	90
31	54.821	0.06	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	64
			n-Decanoic acid	37495	000334-48-5	58
32	54.985	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[<i>e</i>]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1 <i>ar</i> -(1 <i>a.alpha.</i> , 4 <i>a.alpha.</i> , 7 <i>.beta.</i> , 7 <i>a.beta.</i> , 7 <i>b.alpha.</i>)]-	71465	006750-60-3	55
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	50
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	35
33	57.154	0.69	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	55
			Cycloheptane, 1,3,5-tris(methylene)-	14422	068284-24-2	49

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 9. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-05.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 20:03 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 5
Misc Info : 14CM42
Vial Number: 5



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 10. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-05.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 20:03
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 5
 Misc : 14CM42
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.349	2.12	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
2	12.974	0.67	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15390 15176 15324	018172-67-3 000127-91-3 000099-84-3	96 94 91
3	13.251	0.41	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324 15378 15379	000099-84-3 003387-41-5 003387-41-5	91 91 91
4	14.557	3.82	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15180 15177 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	86 81 64
5	16.954	72.44	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
6	17.095	0.25	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15198 15200 15373	000555-10-2 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
7	18.282	6.97	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.064	0.90	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
9	19.642	0.79	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15169 15317	029050-33-7 000554-61-0	98 97

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:54:26 2018

Continuación del anexo 10

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-05.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 20:03
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 5
 Misc : 14CM42
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			imethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97
10	23.918	0.18	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19202 19204 19203	000124-19-6	91 91 91
11	27.402	0.15	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25584 25581	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	98 94 83
12	27.811	0.19	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)- Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	59992 59994 15319	020307-84-0 020307-84-0 000554-61-0	97 96 93
13	28.334	0.58	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27022	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 90
14	29.863	6.33	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- Linalyl isobutyrate	25643 25636 74304	000078-70-6 000078-70-6 000078-35-3	90 81 58
15	30.541	0.15	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13191 13196 13195	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 91
16	31.932	0.21	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylethyl)-	32109 32108 32075	001076-56-8 001076-56-8 000877-65-6	93 93 72
17	32.460	0.37	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745 25750 25751	000562-74-3 000562-74-3 000562-74-3	96 95 93
18	35.462	0.13	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 10:54:26 2018

Page: 2

Continuación del anexo 10

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-05.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 20:03
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 5
 Misc : 14CM42
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
19	35.981	0.69	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
20	37.327	0.29	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
21	38.196	0.17	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	91
			.alpha.-Farnesene	59833	000502-61-4	70
22	38.537	0.15	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	80
23	39.542	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	92
24	39.779	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25689	000106-24-1	78
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tri- methyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	64
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
25	46.634	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	53
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
26	48.157	0.10	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
27	52.106	0.48	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			Thymol	22702	000089-83-8	90
			Thymol	22699	000089-83-8	90
28	54.821	0.06	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 10

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-05.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 20:03
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 5
 Misc : 14CM42
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

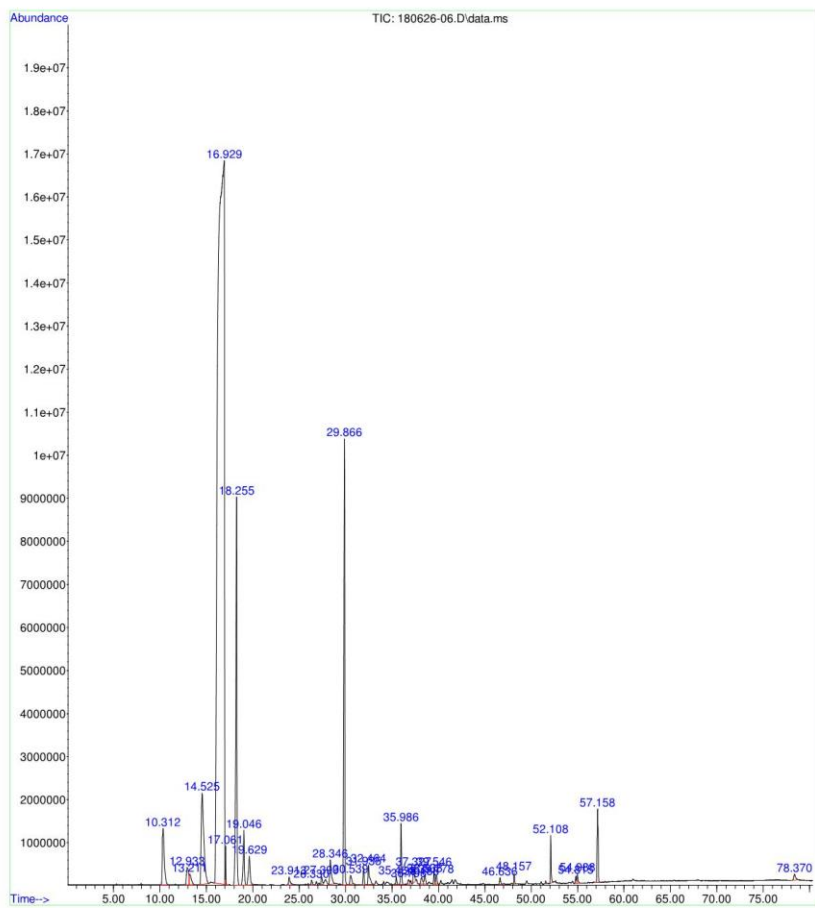
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	50
			n-Decanoic acid	37496	000334-48-5	47
29	54.985	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene, [1a-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2 .1]hept-2-ene (-)-Spathulenol	71465	006750-60-3	70
				30905	130930-56-2	55
				71327	077171-55-2	49
30	57.155	0.87	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E) E)- 1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	69954	017909-77-2	91
				15285	003779-61-1	50
				14416	1000190-92-1	38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 11. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-06.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 21:30 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 6
Misc Info : 18CM63
Vial Number: 6



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 12. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-06.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 21:30
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 6
 Misc : 18CM63
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.313	1.63	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1S-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene	15188 15185 15186	007785-70-8 007785-26-4 007785-70-8	95 95 95
2	12.933	0.56	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
3	13.210	0.35	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373 15379 15324	003387-41-5 003387-41-5 000099-84-3	94 91 91
4	14.525	3.68	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15177 15180 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	94 86 64
5	16.931	72.21	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
6	17.063	0.26	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15200 15198 15374	000555-10-2 000555-10-2 028634-89-1	91 91 91
7	18.255	6.84	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.046	1.03	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14430 14425 14426	000527-84-4 000099-87-6 000535-77-3	97 97 95
9	19.628	0.72	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15317 15338	000554-61-0 000586-62-9	97 97

Continuación del anexo 12

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-06.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 21:30
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 6
 Misc : 18CM63
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	96
10	23.913	0.17	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
11	26.328	0.08	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	96
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth yl-4-(1-methylethenyl)-	24329	001195-92-2	91
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth yl-4-(1-methylethenyl)-	24330	001195-92-2	83
12	27.397	0.15	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	87
			2-Pentene, 3-methyl-, (E)-	1487	000616-12-6	50
13	28.348	0.64	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	80
14	29.867	6.37	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-, acetate	54271	000115-95-7	52
15	30.541	0.25	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
16	31.937	0.26	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32105	001076-56-8	90
17	32.465	0.45	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25745	000562-74-3	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
18	35.462	0.13	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
19	35.985	0.84	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 12

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-06.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 21:30
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 6
 Misc : 18CM63
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
20	36.799	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Dodecanal	45952	000112-54-9	91
			Tridecanal	55874	010486-19-8	91
			Dodecanal	45951	000112-54-9	87
21	37.327	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
22	38.187	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	91
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	83
			Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene-, (1R)-	15386	005794-03-6	70
23	38.537	0.22	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	95
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	80
24	39.547	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
25	39.779	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25692	000106-24-1	59
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54282	000141-12-8	53
			1,5-Heptadiene, 2,6-dimethyl-	10363	006709-39-3	46
26	46.634	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Pentadiene	428	000504-60-9	41
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	38
27	48.157	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
28	52.110	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	93
			Thymol	22699	000089-83-8	90

Continuación del anexo 12.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-06.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 21:30
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 6
 Misc : 18CM63
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

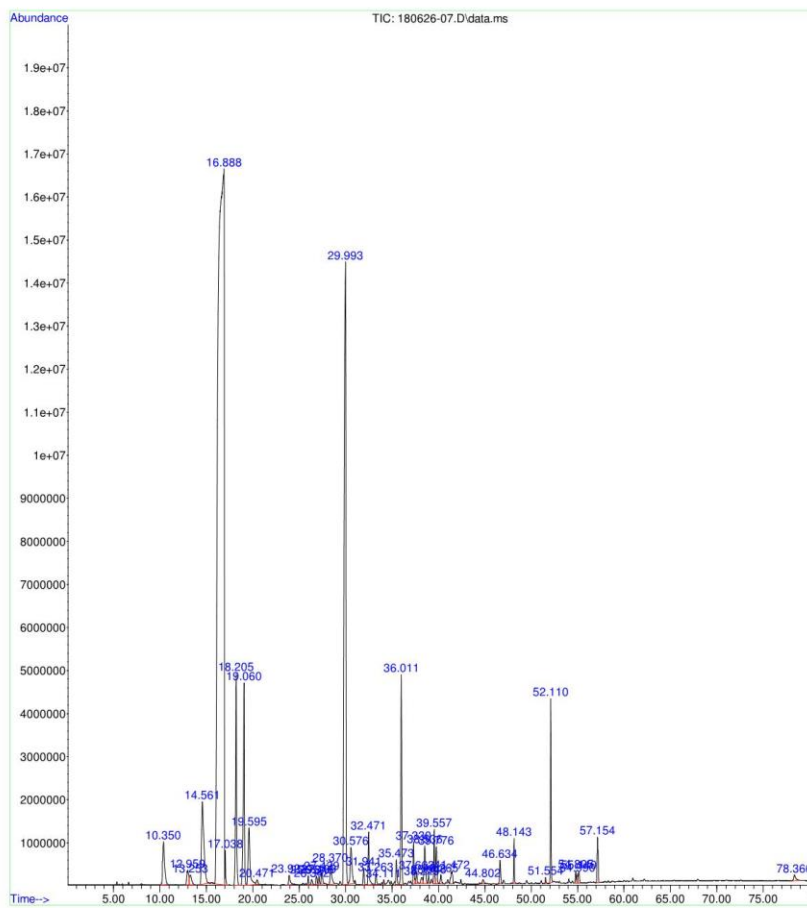
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	54.817	0.08	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid n-Decanoic acid Tridecanoic acid	37498 37494 67133	000334-48-5 000334-48-5 000638-53-9	98 53 47
30	54.989	0.15	C:\Database\NIST05a.L 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene (+)-3-Carene, 2-(acetylmethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 3-ethenyl-1,2-dimethyl-	30905 51269 14449	130930-56-2 1000151-80-2 062338-57-2	55 35 30
31	57.159	1.02	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)- Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	69954 59930 15282	017909-77-2 017699-05-7 003779-61-1	91 43 38
32	78.369	0.17	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid	96235 96234 96233	000057-10-3 000057-10-3 000057-10-3	95 90 86

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 13. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-07.D
Operator : AdeM
Acquired : 26 Jun 2018 22:58 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 7
Misc Info : 25CG23
Vial Number: 7



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 14. Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 4

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-07.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 22:58
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 7
 Misc : 25CG23
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.349	1.12	C:\Database\NIST05a.L			
			IR-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-.alpha.-Pinene	15376	002437-95-8	94
2	12.960	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
3	13.251	0.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	94
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15378	003387-41-5	91
4	14.561	2.69	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	86
5	16.890	58.79	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15153	000138-86-3	91
6	17.040	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	91
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
7	18.204	3.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
8	19.060	3.31	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354	000099-85-4	94
9	19.596	1.48	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
9	19.596	1.48	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429	000527-84-4	97
			Octanal	12031	000124-13-0	97
			Octanal	12030	000124-13-0	87
			Octanal	12028	000124-13-0	72

Continuación del anexo 14

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-07.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 22:58
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 7
 Misc : 25CG23
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	20.470	0.10	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	18973 18975 18966	003681-71-8 003681-71-8 003681-71-8	86 72 64
11	23.922	0.19	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19202 19204 19203	000124-19-6 000124-19-6 000124-19-6	91 91 91
12	25.951	0.10	C:\Database\NIST05a.L Linalool oxide trans 2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is- .alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3 -pentenyl]oxiranemethanol	36070 36281	023007-29-6 005989-33-3	90 90
13	26.342	0.10	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis- 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth yl-4-(1-methylethenyl)- 3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24056 24329 24294	004680-24-4 001195-92-2 001686-14-2	97 87 76
14	26.847	0.14	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans- Limonene oxide, trans- 1,3,7-Octatriene	24071 24063 5261	006909-30-4 006909-30-4 001002-35-3	90 90 43
15	27.111	0.10	C:\Database\NIST05a.L Linalool oxide trans 2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is- cis-Linaloloxide	36070 36281	023007-29-6 005989-33-3	86 86
16	27.429	0.22	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25583 25584	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	98 97 95
17	28.371	0.46	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal 2-Octen-1-ol, (E)-	27023 27019 12066	000112-31-2 000112-31-2 018409-17-1	91 91 43
18	29.995	15.26	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	25636 25643 107591	000078-70-6 000078-70-6 007149-26-0	93 86 53
19	30.577	0.88	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13203 13196 13195	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 86

Continuación del anexo 14

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-07.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 22:58
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 7
 Misc : 25CG23
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
20	31.941	0.23	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32105	001076-56-8	90
21	32.469	0.75	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25751	000562-74-3	93
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	93
22	33.260	0.16	C:\Database\NIST05a.L 1(2H)-Pentalenone, hexahydro-5-met hyl-4-methylene-	22905	120587-85-1	41
			.alpha.-Pinene	15182	000080-56-8	38
			.alpha.-Phellandrene	15204	000099-83-2	38
23	34.111	0.06	C:\Database\NIST05a.L 2-Decenal, (Z)-	25535	002497-25-8	90
			2-Decenal, (E)-	25538	003913-81-3	78
			2-Decenal, (E)-	25536	003913-81-3	58
24	35.471	0.34	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
25	36.012	2.50	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	80
26	37.332	0.48	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
27	37.664	0.15	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1- methylethenyl)-, (S)-	22931	002244-16-8	97
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1- methylethenyl)-, (R)-	22926	006485-40-1	97
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1- methylethenyl)-	22902	000099-49-0	94
28	38.228	0.14	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	50
			Santolina triene	15184	002153-66-4	47
			Santolina triene	15183	002153-66-4	38

Continuación del anexo 14

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-07.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 22:58
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 7
 Misc : 25CG23
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	38.537	0.74	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)- 2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- 2,7-Octadiene, 4-methyl-	27134 27105 10320	001117-61-9 040607-48-5 100061-78-0	96 83 81
30	38.946	0.10	C:\Database\NIST05a.L Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester Benzoic acid, 2-hydroxy-, methyl ester	24832 24830 24831	000119-36-8 000119-36-8 000119-36-8	97 96 96
31	39.556	0.62	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911 22940 22913	002111-75-3 018031-40-8 002111-75-3	95 95 91
32	39.774	0.59	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)- Trifluoroacetyl-lavandulol	25690 25692 91686	000106-25-2 000106-24-1 028673-24-7	91 59 50
33	40.265	0.15	C:\Database\NIST05a.L 2,4-Decadienal, (E,E)- 2,4-Decadienal 2,4-Decadienal, (E,E)-	24067 24041 24069	025152-84-5 002363-88-4 025152-84-5	90 87 87
34	41.471	0.30	C:\Database\NIST05a.L 5-Silaspiro[4.4]nona-2,7-diene 2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl- 2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	15730 17007 10215	052856-32-3 000078-59-1 001123-09-7	64 59 53
35	44.800	0.11	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4-dimethyl- 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4-dimethyl-, [R-(R*,R*)]- 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4-dimethyl-	25735 25837 25736	018479-68-0 013835-30-8 018479-68-0	97 95 95
36	46.633	0.36	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)- 5-Hexenal, 4-methylene- 1,4-Pentadiene	24235 5658 427	000536-59-4 017844-21-2 000591-93-5	50 38 38
37	48.144	0.42	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid Octanoic Acid	20066 20063	000124-07-2 000124-07-2	91 91

Continuación del anexo 14

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-07.D
 Title :
 Acq On : 26 Jun 2018 22:58
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 7
 Misc : 25CG23
 ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

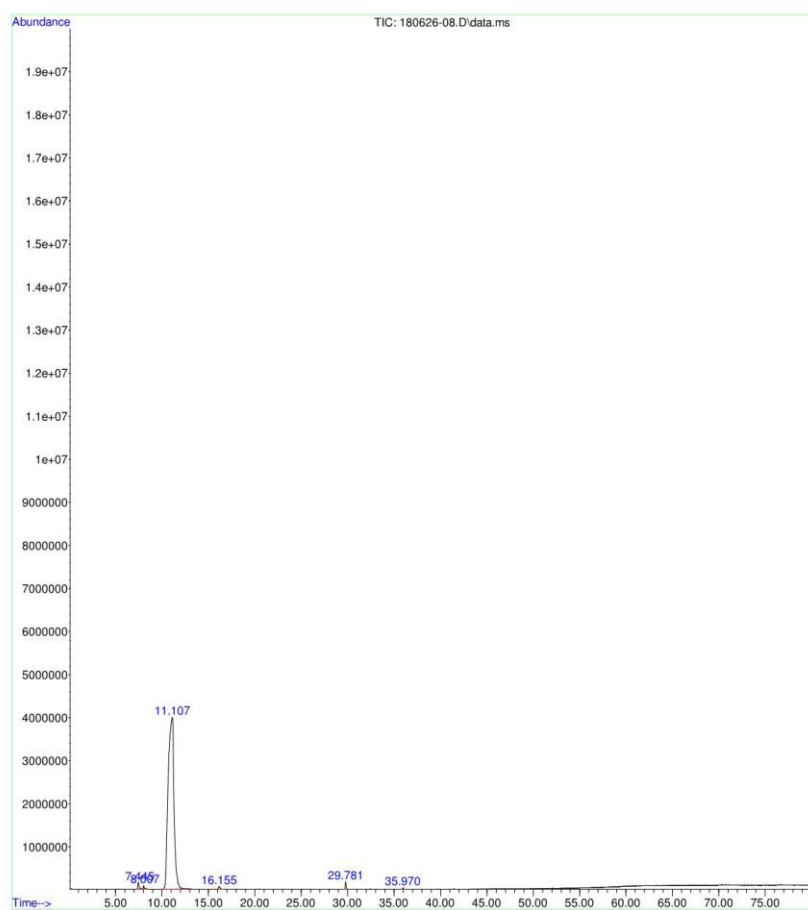
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
38	51.555	0.06	C:\Database\NIST05a.L Nonanoic acid	28885	000112-05-0	72
			Nonanoic acid	28883	000112-05-0	64
			L-Galactose, 6-deoxy-	32322	002438-80-4	47
39	52.110	1.71	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22702	000089-83-8	93
40	54.807	0.12	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37496	000334-48-5	78
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	59
41	54.989	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	91
			Di-epi-.alpha.-cedrene	59852	1000156-13-3	43
			1-Naphthalenamine, 5,6,7,8-tetrahydro-	21436	002217-41-6	38
42	55.139	0.19	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Cyclohexanediol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	36250	001946-00-5	80
			Pentanoic acid, 2,2,4-trimethyl-3-carboxyisopropyl, isobutyl ester	115958	1000140-77-5	35
			1-Methylcycloheptanol	12103	003761-94-2	27
43	57.154	0.55	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-	59930	017699-05-7	47
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	38
44	78.365	0.16	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	90
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	89

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 15. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-08.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 00:27 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 8
Misc Info : 26CG43
Vial Number: 8



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 16. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-08.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 00:27
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 8
 Misc : 26CG43
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

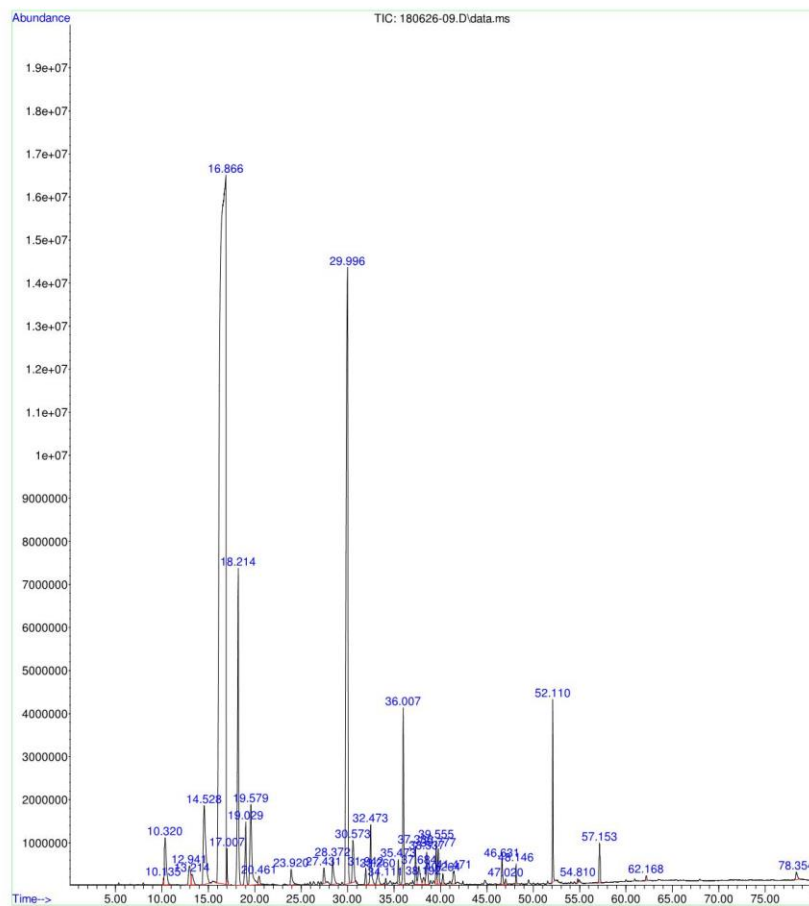
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.447	0.73	C:\Database\NIST05a.L Methyl formate Methyl Alcohol Methyl formate	259 29 260	000107-31-3 56-1 31-3	78 64 40
2	8.007	0.37	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 17-5 17-5	91 91 78
3	11.109	97.78	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
4	16.153	0.44	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene D-Limonene D-Limonene	15164 15165 15162	005989-27-5 27-5 27-5	96 94 94
5	29.781	0.57	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	25636 107591 74331	000078-70-6 007149-26-0 000078-36-4	86 53 49
6	35.972	0.11	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25545 25843 25797	1000157-89-9 010482-56-1 000098-55-5	87 74 74

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 17. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-09.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 1:54 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Muestra 9
Misc Info : 24CG62
Vial Number : 9



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 18. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Chiquimulilla a 294 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-09.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 1:54
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 9
 Misc : 24CG62
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.135	0.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763 1762 1761	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	59 50 50
2	10.322	1.21	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)- .alpha.-Pinene	15188 15376 15178	007785-70-8 002437-95-8 000080-56-8	95 94 94
3	12.942	0.54	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15175 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
4	13.215	0.30	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373 15379 15378	003387-41-5 003387-41-5 003387-41-5	94 91 91
5	14.529	2.62	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15177 15180 15174	000123-35-3 000123-35-3 000127-91-3	94 86 64
6	16.867	58.38	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene D-Limonene	15165 15153 15162	005989-27-5 000138-86-3 005989-27-5	94 91 89
7	17.008	0.26	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15198 15201 15373	000555-10-2 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
8	18.214	5.01	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354 15347 15353	000099-85-4 000099-85-4 000099-85-4	94 94 94
9	19.028	1.07	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430 14429 14428	000527-84-4 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97

Continuación del anexo 18

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-09.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 1:54
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 9
 Misc : 24CG62
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.578	2.22	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12031	000124-13-0	97
			Octanal	12028	000124-13-0	96
			Octanal	12030	000124-13-0	90
11	20.461	0.17	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	18975	003681-71-8	64
			3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)-	18966	003681-71-8	64
			Cyclohexene	1167	000110-83-8	53
12	23.922	0.35	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	90
13	27.429	0.27	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	97
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	97
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25583	000106-23-0	90
14	28.371	0.60	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
15	29.995	15.30	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-,	107591	007149-26-0	53
			2-aminobenzoate			
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but	74332	000078-36-4	49
			urate			
16	30.572	0.90	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
17	31.941	0.23	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32108	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32105	001076-56-8	90
			ethylethyl)-			
18	32.474	1.02	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25750	000562-74-3	96
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25745	000562-74-3	96
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25781	020126-76-5	93
			ethylethyl)-, (R)-			
19	33.261	0.36	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15285	003779-61-1	55
			E)-			
			Bicyclo[3.3.0]octan-2-one, 6-methy	22944	1000154-23-0	53

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 11:01:25 2018

Page: 2

Continuación del anexo 18

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-09.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 1:54
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 9
 Misc : 24CG62
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-7-methylene- or 8-methyl-7-methyl-ene- Bicyclo[3.3.0]octan-2-one, 7-methyl-ene-6 (or 8)-methyl-	22919	1000154-23-1	49
20	34.111	0.08	C:\Database\NIST05a.L 2-Decenal, (Z)- 2-Decenal, (E)- 2-Methylene cyclopentanol	25535 25536 3162	002497-25-8 003913-81-3 020461-31-8	90 80 53
21	35.471	0.32	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- 2-Octene, 2-methyl-6-methylene-	24148 24106 16350	000106-26-3 005392-40-5 010054-09-8	95 74 43
22	36.008	2.15	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl- p-menth-1-en-8-ol 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25797 25545 25843	000098-55-5 1000157-89-9 010482-56-1	87 87 80
23	37.332	0.46	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24151 24141 24102	000141-27-5 000141-27-5 005392-40-5	96 94 94
24	37.682	0.54	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-, (S)- 1,6,10-Dodecatriene, 7,11-dimethyl-3-methylene-, (E)-	59931 59929 59898	000495-61-4 000495-61-4 018794-84-8	87 86 64
25	38.191	0.17	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Farnesene .alpha.-Farnesene 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59832 59834 59890	000502-61-4 000502-61-4 026560-14-5	90 83 58
26	38.537	0.66	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- 2,7-Octadiene, 4-methyl-	27134 27100 10320	001117-61-9 000106-22-9 1000061-78-0	96 86 81
27	39.556	0.51	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911 22913 22914	002111-75-3 002111-75-3 002111-75-3	95 95 94
28	39.779	0.60	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	94

Continuación del anexo 18

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-09.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 1:54
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 9
 Misc : 24CG62
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25692	000106-24-1	59
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (R)-	25770	000498-16-8	53
29	40.265	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	90
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	90
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24069	025152-84-5	87
30	41.471	0.31	C:\Database\NIST05a.L 1H-Pyrazole, 4,5-dihydro-5,5-dimethyl-4-isopropylidene-	16873	106251-09-6	59
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-	17007	000078-59-1	59
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10215	001123-09-7	53
31	46.629	0.40	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24235	000536-59-4	50
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	42
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
32	47.020	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24225	000536-59-4	95
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24235	000536-59-4	94
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24234	000536-59-4	91
33	48.148	0.19	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20066	000124-07-2	98
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
34	52.110	1.71	C:\Database\NIST05a.L 3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22702	000089-83-8	93
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22815	000499-75-2	90
35	54.812	0.03	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	59
			Ethanone, 1-(4,5-dihydro-2-thiazolyl)-	12435	029926-41-8	43
36	57.154	0.49	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	55
			Cycloheptane, 1,3,5-tris(methylene)-	14422	068284-24-2	43
37	62.167	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59890	026560-14-5	46

Continuación del anexo 18

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-09.D
Title :
Acq On : 27 Jun 2018 1:54
Operator : AdeM
Sample : Muestra 9
Misc : 24CG62
ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

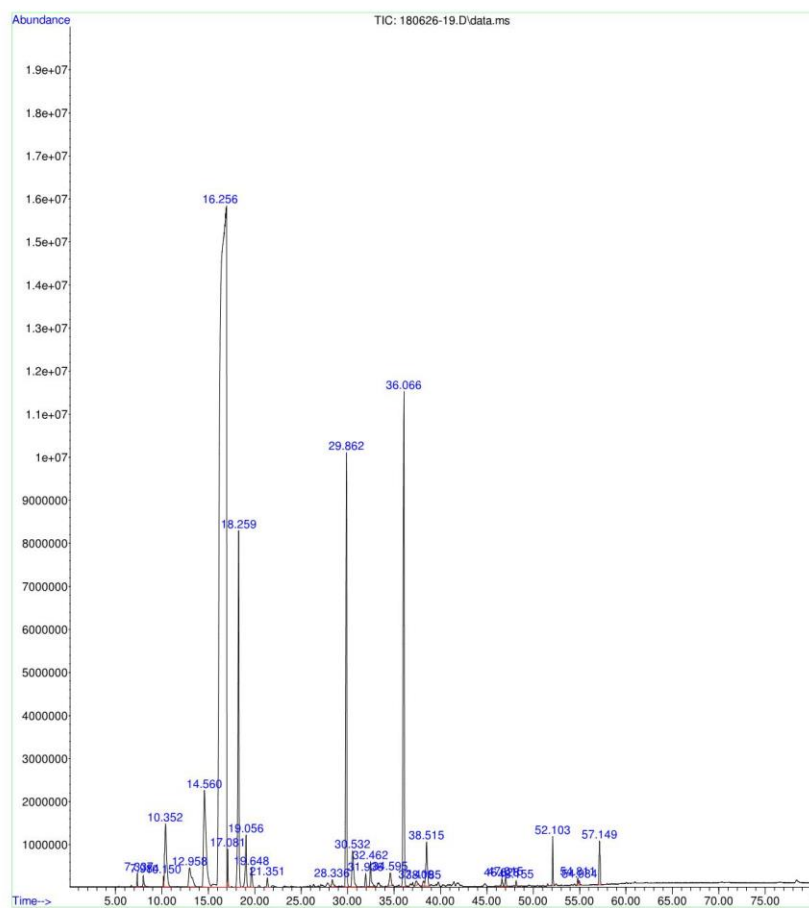
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	46
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59889	026560-14-5	42
38	78.356	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	90
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	89

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 19. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-19.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 16:42 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Muestra 19
Misc Info : 55RP21
Vial Number : 19



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 20. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-19.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 16:42
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 19
 Misc : 5SRP21
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.338	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl Acetate	1982	000141-78-6	91
			Ethyl Acetate	1979	000141-78-6	91
			Ethyl Acetate	1981	000141-78-6	72
2	7.984	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
3	10.149	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763	000115-18-4	70
			1,6-Heptadien-4-ol	6309	002883-45-6	59
			3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1752	000115-18-4	58
4	10.354	1.81	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	94
5	12.960	0.90	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
6	14.561	3.75	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	86
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	53
7	16.258	66.48	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15164	005989-27-5	96
			D-Limonene	15162	005989-27-5	95
			D-Limonene	15165	005989-27-5	95
8	17.081	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	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
9	18.259	5.73	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
10	19.055	0.94	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:46:00 2018

Continuación del anexo 20

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-19.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 16:42
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 19
 Misc : 5SRP21
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
)-			
11	19.647	0.34	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)- (+)-4-Carene	15340 15339 15169	000586-62-9 000586-62-9 029050-33-7	98 97 97
12	21.352	0.15	C:\Database\NIST05a.L 5-Hepten-2-one, 6-methyl- 5-Hepten-2-one, 6-methyl- 5-Hepten-2-one, 6-methyl-	11018 11033 11034	000110-93-0 000110-93-0 000110-93-0	90 87 72
13	28.334	0.17	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27022	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 90
14	29.863	6.20	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	25643 25636 74331	000078-70-6 000078-70-6 000078-36-4	86 70 52
15	30.531	0.99	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13196 13203 13191	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 87
16	31.937	0.21	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32109 32108 32105	001076-56-8 001076-56-8 001076-56-8	95 94 93
17	32.460	0.47	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25750 25745 25781	000562-74-3 000562-74-3 020126-76-5	96 96 95
18	34.593	0.35	C:\Database\NIST05a.L 1-Nonanol 1-Nonanol 1-Nonanol	20294 20304 20303	000143-08-8 000143-08-8 000143-08-8	91 90 90
19	36.067	8.00	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25545 25797 25843	1000157-89-9 000098-55-5 010482-56-1	90 87 86

Continuación del anexo 20

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-19.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 16:42
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 19
 Misc : 55RP21
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
20	37.409	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Cyclodecadiene, 1-methyl-5-methyl-8-(1-methylethyl)-, [s-(E,E)]-	59960	023986-74-5	99
			1H-Cyclopenta[1,3]cyclopropa[1,2]benzene, octahydro-7-methyl-3-methylene-4-(1-methylethyl)-, [3aS-(3a.alpha.,3b.beta.,4.beta.,7.alpha.,7a.S*)]-	60103	013744-15-5	95
			(+)-Epi-bicyclosesquiphellandrene	59869	054324-03-7	93
21	38.187	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	70
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	60
			Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethyl-3-methylene-, (1R)-	15386	005794-03-6	47
22	38.514	1.05	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	90
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	49
23	46.629	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Pentadiene, (E)-	437	002004-70-8	38
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
			1,3-Pentadiene	426	000504-60-9	38
24	47.016	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24225	000536-59-4	96
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24234	000536-59-4	93
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24235	000536-59-4	93
25	48.157	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	78
26	52.101	0.51	C:\Database\NIST05a.L			
			Thymol	22702	000089-83-8	90
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	90
			Thymol	22699	000089-83-8	90
27	54.812	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	53
			n-Decanoic acid	37496	000334-48-5	47
28	54.985	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71465	006750-60-3	68
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2	30905	130930-56-2	42

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:46:00 2018

Page: 3

Continuación del anexo 20

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-19.D
Title :
Acq On : 27 Jun 2018 16:42
Operator : AdeM
Sample : Muestra 19
Misc : 55RP21
ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1

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

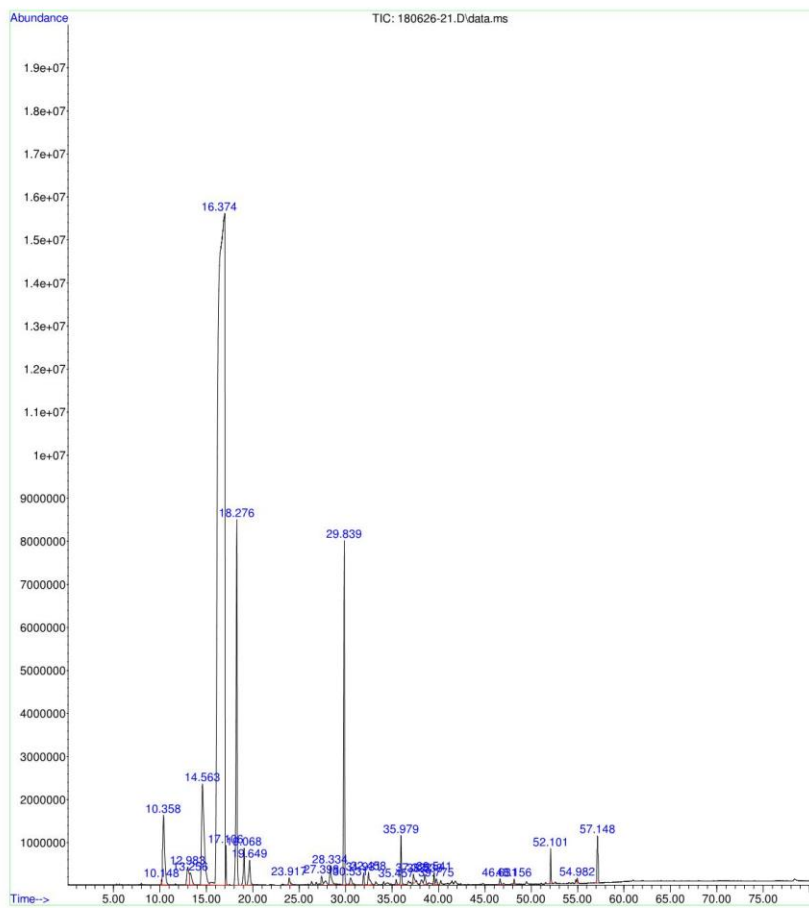
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.1]hept-2-ene			
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	38
29	57.150	0.59	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t	69954	017909-77-2	90
			rimethyl-, (E,E,E)-			
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	60
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15285	003779-61-1	60
			E)-			

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 21. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-21.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 19:38 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 21
Misc Info : 60RP62
Vial Number: 21



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 22. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-20.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 18:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 20
 Misc : 56RP41
 ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.961	0.11	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
2	10.317	1.85	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			1R-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	94
3	12.942	0.56	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15171	000127-91-3	94
			.beta.-Pinene	15175	000127-91-3	94
4	13.215	0.41	C:\Database\NIST05a.L 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)-	15378	003387-41-5	91
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
5	14.534	4.06	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	30170	006580-95-6	59
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	46
6	16.258	72.83	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene	15164	005989-27-5	95
			D-Limonene	15162	005989-27-5	93
			D-Limonene	15165	005989-27-5	93
7	17.072	0.27	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373	003387-41-5	91
			.beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	91
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
8	18.250	6.52	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
			3-Carene	15157	013466-78-9	94
9	19.046	0.81	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-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97

ACEBITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:47:25 2018

Continuación del anexo 22

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-20.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 18:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 20
 Misc : 56RP41
 ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.624	0.65	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15169 15317 15339	029050-33-7 000554-61-0 000586-62-9	98 97 96
11	23.908	0.18	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19202 19204 19203	000124-19-6 000124-19-6 000124-19-6	91 91 91
12	27.393	0.19	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25584 25583	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	97 90 83
13	28.330	0.65	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27022	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 90
14	29.849	5.49	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	25643 25636 54271	000078-70-6 000078-70-6 000115-95-7	86 70 52
15	30.527	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13195 13196 13191	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 87
16	31.928	0.24	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109 32108 32105	001076-56-8 001076-56-8 001076-56-8	95 95 90
17	32.455	0.43	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25750 25745 25781	000562-74-3 000562-74-3 020126-76-5	96 93 93
18	34.097	0.07	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol 2-Cyclohexen-1-ol 2-Cyclohexen-1-ol	3118 3117 3111	000822-67-3 000822-67-3 000822-67-3	62 60 60
19	35.457	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148 24150	000106-26-3 000106-26-3	91 80

Continuación del anexo 22

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-20.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 18:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 20
 Misc : 56RP41
 ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.624	0.65	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)-	15169 15317 15339	029050-33-7 000554-61-0 000586-62-9	98 97 96
11	23.908	0.18	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19202 19204 19203	000124-19-6 000124-19-6 000124-19-6	91 91 91
12	27.393	0.19	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25584 25583	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	97 90 83
13	28.330	0.65	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal Decanal	27023 27019 27022	000112-31-2 000112-31-2 000112-31-2	91 91 90
14	29.849	5.49	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	25643 25636 54271	000078-70-6 000078-70-6 000115-95-7	86 70 52
15	30.527	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13195 13196 13191	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 87
16	31.928	0.24	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)-	32109 32108 32105	001076-56-8 001076-56-8 001076-56-8	95 95 90
17	32.455	0.43	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl- ethylethyl)-, (R)-	25750 25745 25781	000562-74-3 000562-74-3 020126-76-5	96 93 93
18	34.097	0.07	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol 2-Cyclohexen-1-ol 2-Cyclohexen-1-ol	3118 3117 3111	000822-67-3 000822-67-3 000822-67-3	62 60 60
19	35.457	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148 24150	000106-26-3 000106-26-3	91 80

Continuación del anexo 22

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-20.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 18:09
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 20
 Misc : 56RP41
 ALS Vial : 20 Sample Multiplier: 1

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

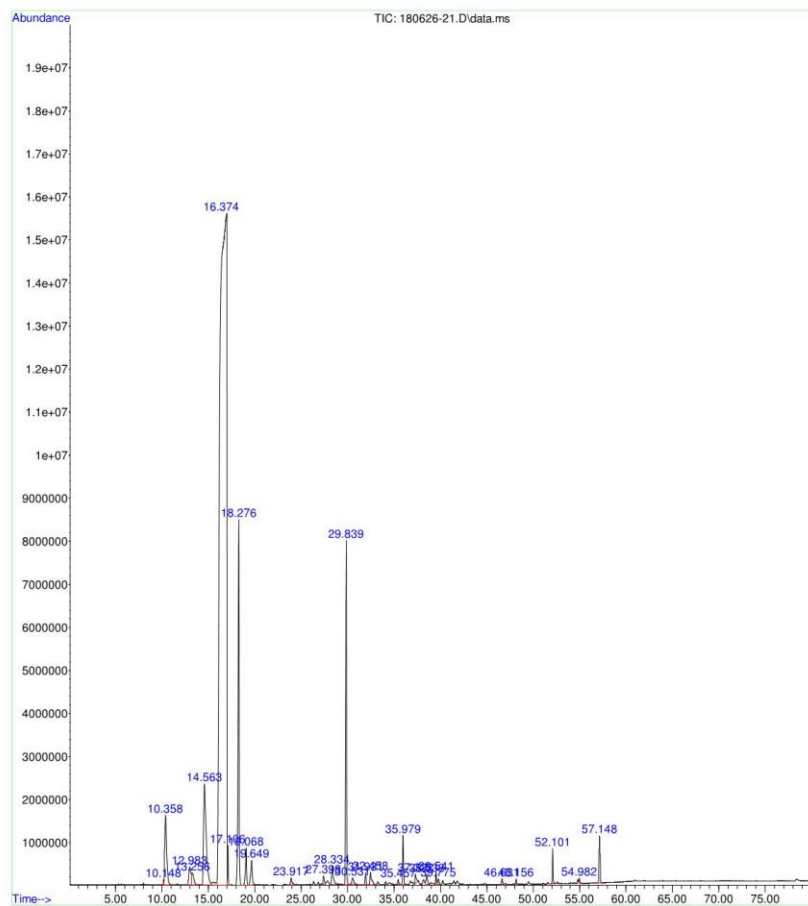
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
30	52.105	0.57	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22702	000089-83-8	90
31	54.812	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	90
			Alpha-l-rhamnopyranose	32324	035810-56-1	53
32	54.985	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	60
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71465	006750-60-3	58
			Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 2-formylmethyl-4,6,6-trimethyl-	41706	135004-95-4	49
33	57.154	0.96	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	50
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	38
34	78.369	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	86
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	70
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100942	017455-13-9	46

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 23. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-21.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 19:38 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 21
Misc Info : 60RP62
Vial Number: 21



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 24. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-21.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 19:38
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 21
 Misc : 6ORP62
 ALS Vial : 21 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.149	0.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- Butanoic acid, anhydride	1752 1763 28726	000115-18-4 000115-18-4 000106-31-0	91 62 50
2	10.358	2.23	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
3	12.983	0.61	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
4	13.256	0.44	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373 15200 15324	003387-41-5 000555-10-2 000099-84-3	94 91 91
5	14.561	4.45	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Pinene	15180 15177 15174	000123-35-3 000123-35-3 000127-91-3	86 81 64
6	16.372	74.88	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15153 15154	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 91 91
7	17.104	0.28	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15373 15198 15200	003387-41-5 000555-10-2 000555-10-2	91 91 91
8	18.277	6.45	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene	15353 15347 15157	000099-85-4 000099-85-4 013466-78-9	94 94 94
9	19.069	0.72	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14430 14428	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97
10	19.651	0.63	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:49:35 2018

Continuación del anexo 24

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-21.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 19:38
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 21
 Misc : 60RP62
 ALS Vial : 21 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15339	000586-62-9	96
11	23.918	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	86
12	27.397	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	83
13	28.334	0.52	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
14	29.840	4.80	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	52
15	30.531	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
16	31.932	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
17	32.460	0.34	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
18	35.458	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
19	35.981	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25797	000098-55-5	87
			.alpha.-4-trimethyl-			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25843	010482-56-1	80

Continuación del anexo 24

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-21.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 19:38
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 21
 Misc : 60RP62
 ALS Vial : 21 Sample Multiplier: 1

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

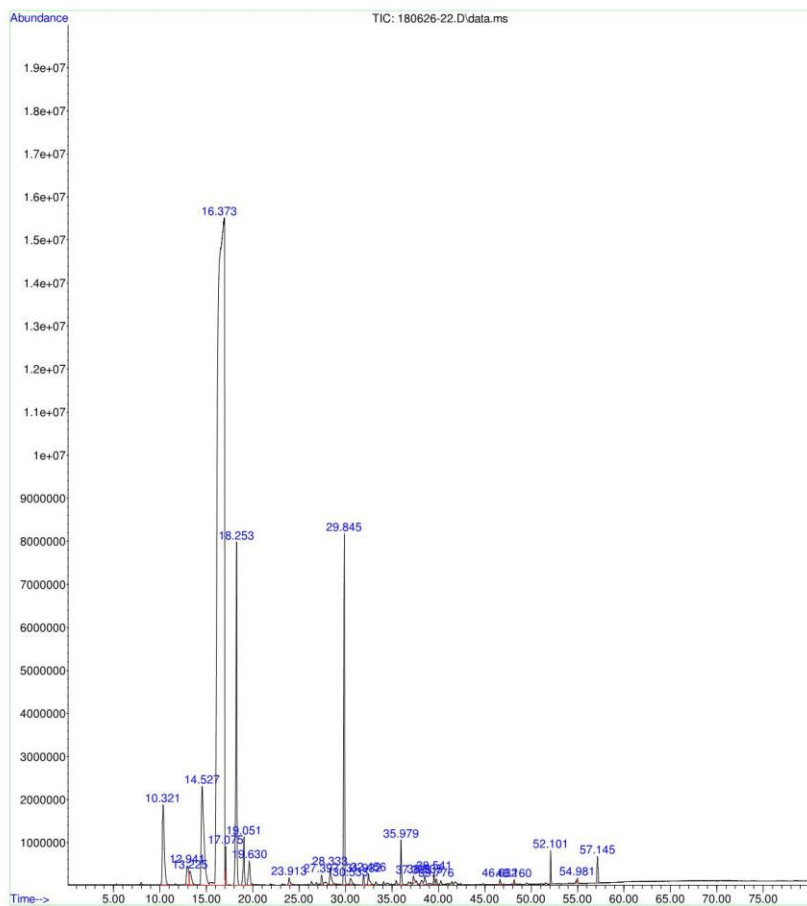
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.alpha.,4-trimethyl-, (S)-			
20	37.323	0.19	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24151 24141 24109	000141-27-5 000141-27-5 005392-40-5	95 93 93
21	38.532	0.25	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)- 2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl- 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27134 27105 27100	001117-61-9 040607-48-5 000106-22-9	97 87 86
22	39.542	0.14	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22940 22911 22913	018031-40-8 002111-75-3 002111-75-3	95 95 92
23	39.774	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate 4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (R)-	72945 44350 25770	003790-71-4 000115-99-1 000498-16-8	64 59 53
24	46.634	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Pentadiene 5-Hexenal, 4-methylene-p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	427 5658 24103	000591-93-5 017844-21-2 029548-13-8	41 38 38
25	48.157	0.07	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid Octanoic Acid Octanoic Acid	20066 20063 20065	000124-07-2 000124-07-2 000124-07-2	87 86 78
26	52.101	0.41	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 3-Methyl-4-isopropylphenol Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822 22746 22821	000499-75-2 003228-02-2 000499-75-2	94 93 93
27	54.980	0.08	C:\Database\NIST05a.L 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene (-)-Spathulenol Ledene oxide-(II)	30905 71327 71337	130930-56-2 077171-55-2 1000159-36-7	89 64 38
28	57.150	0.70	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)- 1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	69954 14416 15285	017909-77-2 1000190-92-1 003779-61-1	91 55 50

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 25. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-22.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 21:05 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 22
Misc Info : 64RM21
Vial Number: 22



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 26. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-22.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 21:05
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 22
 Misc : 64RM21
 ALS Vial : 22 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual		
1	10.322	2.54	C:\Database\NIST05a.L					
			IR-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95		
			IR-.alpha.-Pinene	15186	007785-70-8	95		
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15376	002437-95-8	94		
2	12.942	0.66	C:\Database\NIST05a.L					
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96		
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94		
3	13.224	0.52	C:\Database\NIST05a.L					
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-.beta.-Phellandrene	15373	003387-41-5	94		
4	14.529	4.48	C:\Database\NIST05a.L					
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	86		
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	81		
5	16.371	74.82	C:\Database\NIST05a.L					
			D-Limonene	15165	005989-27-5	94		
			Limonene	15153	000138-86-3	93		
6	17.076	0.24	C:\Database\NIST05a.L					
			.beta.-Phellandrene	15198	000555-10-2	91		
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91		
7	18.254	6.18	C:\Database\NIST05a.L					
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-3-Carene	15353	000099-85-4	94		
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15157	013466-78-9	94		
8	19.050	0.96	C:\Database\NIST05a.L					
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97		
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97		
9	19.628	0.68	C:\Database\NIST05a.L					
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-(+)-4-Carene	15317	000554-61-0	97		
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15169	029050-33-7	97		
						15339	000586-62-9	96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:51:01 2018

Continuación del anexo 26.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-22.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 21:05
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 22
 Misc : 64RM21
 ALS Vial : 22 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	23.913	0.16	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
11	27.397	0.20	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	83
12	28.334	0.47	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
13	29.844	5.06	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	52
14	30.531	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
15	31.932	0.17	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
16	32.455	0.28	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
17	35.981	0.67	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	80
18	37.322	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	93
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	93
19	38.537	0.23	C:\Database\NIST05a.L 6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	97

Continuación del anexo 26.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-22.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 21:05
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 22
 Misc : 64RM21
 ALS Vial : 22 Sample Multiplier: 1

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

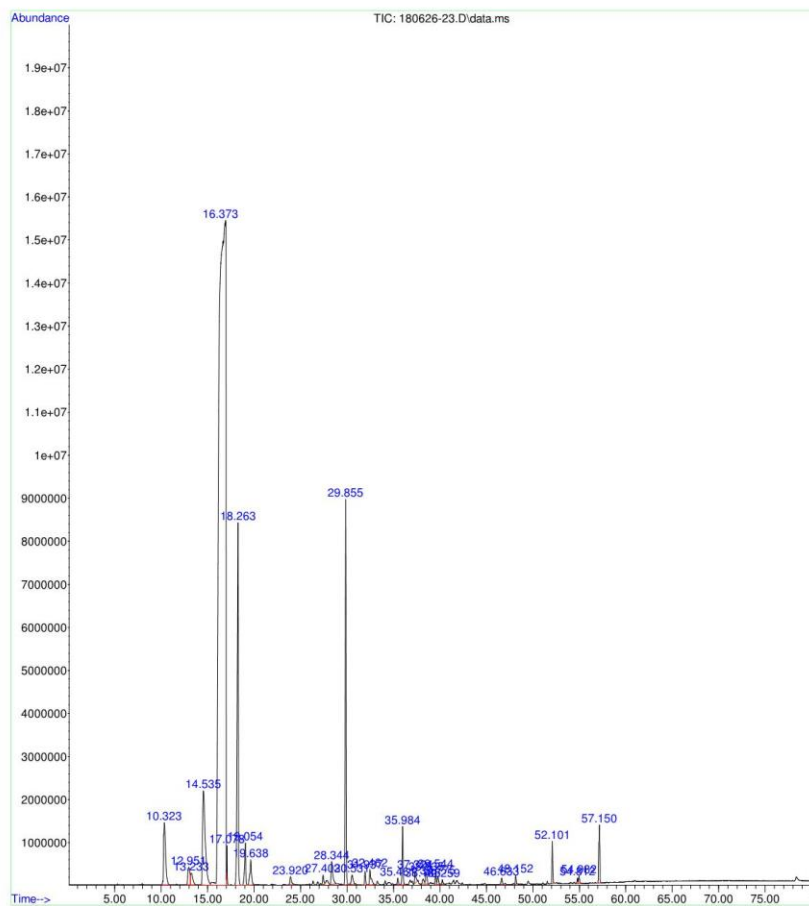
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	80
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	70
20	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	91
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22914	002111-75-3	90
21	39.774	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	83
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	72
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44379	000105-86-2	64
22	46.633	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	43
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			1,3-Pentadiene	428	000504-60-9	41
23	48.162	0.06	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	83
24	52.101	0.40	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	90
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	90
25	54.980	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[<i>e</i>]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1 <i>a</i> -(1 <i>a.alpha.</i> ,4 <i>a.alpha.</i> ,7 <i>beta.</i> ,7 <i>a.beta.</i> ,7 <i>b.alpha.</i>)]-	71465	006750-60-3	60
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	50
			Ethanol, 1-(2-benzimidazolyl)-	31284	019018-24-7	38
26	57.145	0.40	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	50
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-	59930	017699-05-7	43

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 27. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-23.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 22:31 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 23
Misc Info : 65RM41
Vial Number: 23



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 28. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-23.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 22:31
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 23
 Misc : 6SRM41
 ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.322	2.00	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
2	12.951	0.61	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15175 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
3	13.233	0.43	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15373 15324 15379	003387-41-5 000099-84-3 003387-41-5	94 91 91
4	14.534	4.16	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15180 15177 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	86 81 64
5	16.371	73.08	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15154 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 91 91
6	17.076	0.25	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15198 15374 15200	000555-10-2 028634-89-1 000555-10-2	91 91 91
7	18.264	6.56	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.055	0.84	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14430 14429	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 95
9	19.637	0.68	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15169 15317 15338	029050-33-7 000554-61-0 000586-62-9	98 97 96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:52:35 2018

Continuación del anexo 28

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-23.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 22:31
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 23
 Misc : 65RM41
 ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			thylidene)-			
10	23.918	0.19	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	90
			Nonanal	19204	000124-19-6	90
11	27.402	0.19	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
			7-Octenal, 3,7-dimethyl-	25575	000141-26-4	90
12	28.343	0.63	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			2-Octen-1-ol, (E)-	12066	018409-17-1	43
13	29.854	5.65	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	52
14	30.531	0.28	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13191	000111-87-5	91
15	31.937	0.23	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	32105	001076-56-8	90
16	32.460	0.41	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
17	35.462	0.11	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			N-Cyano-3-methylbut-2-enamine	5586	146072-39-1	43
18	35.985	0.85	C:\Database\NIST05a.L p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
19	37.322	0.25	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 28

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-23.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 22:31
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 23
 Misc : 65RM41
 ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	95
20	38.187	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	91
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	83
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	60
21	38.537	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	97
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	94
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
22	39.542	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22911	002111-75-3	95
			(1-methylethenyl)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22940	018031-40-8	95
			(1-methylethenyl)-, (S)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22913	002111-75-3	91
			(1-methylethenyl)-			
23	39.774	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,	25689	000106-24-1	64
			(E)-			
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl	25770	000498-16-8	50
			ethenyl)-, (R)-			
			1,5-Heptadiene, 2,6-dimethyl-	10363	006709-39-3	49
24	40.261	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	87
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24069	025152-84-5	87
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	87
25	46.633	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			1,3-Pentadiene, (E)-	437	002004-70-8	35
26	48.153	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
27	52.101	0.49	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22699	000089-83-8	90
28	54.812	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	64
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	47
29	54.980	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	64
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2	30905	130930-56-2	55

Continuación del anexo 28

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-23.D
Title :
Acq On : 27 Jun 2018 22:31
Operator : AdeM
Sample : Muestra 23
Misc : 65RM41
ALS Vial : 23 Sample Multiplier: 1

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

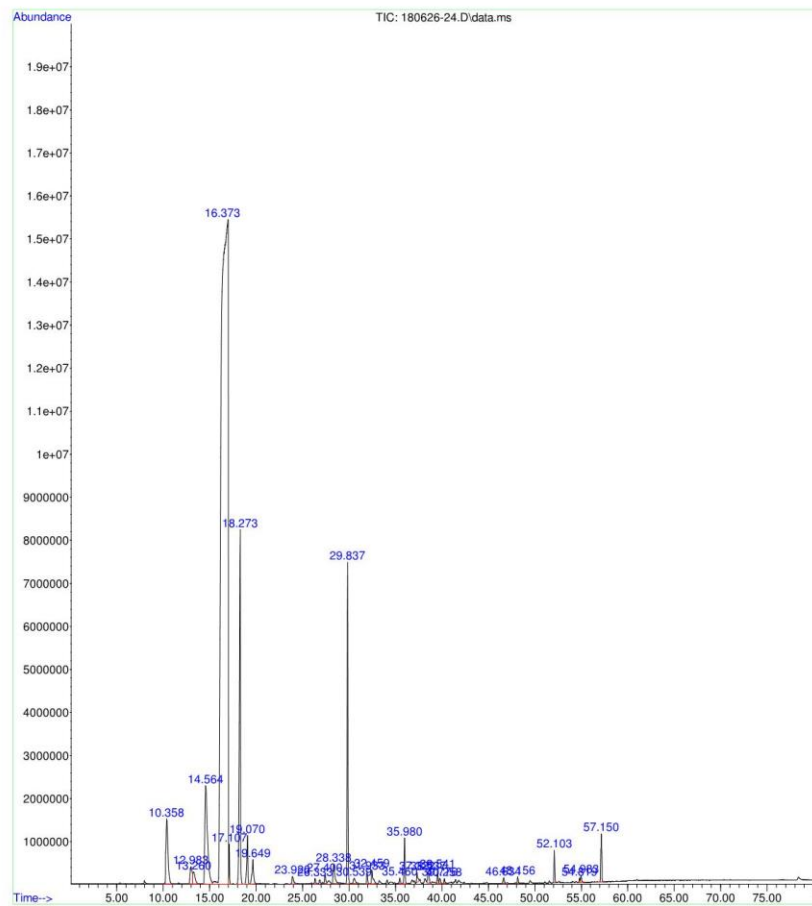
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			.1]hept-2-ene			
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59889	026560-14-5	27
30	57.150	0.86	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	38
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 29. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-24.D
 Operator : AdeM
 Acquired : 28 Jun 2018 00:00 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Instrument : GC-MSD
 Sample Name: Muestra 24
 Misc Info : 69RM62
 Vial Number: 24



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 30. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-24.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 00:00
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 24
 Misc : 69RM62
 ALS Vial : 24 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.358	2.14	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (./-.)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
2	12.983	0.60	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15174	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 91
3	13.260	0.45	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15373 15324 15200	003387-41-5 000099-84-3 000555-10-2	91 91 91
4	14.566	4.43	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15177 30170 15374	000123-35-3 006580-95-6 028634-89-1	81 64 53
5	16.371	75.02	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene D-Limonene Limonene	15165 15162 15153	005989-27-5 005989-27-5 000138-86-3	94 93 91
6	17.108	0.29	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15200 15198 15373	000555-10-2 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
7	18.273	6.19	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.069	0.95	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14430 14429	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 95
9	19.646	0.64	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15169 15317 15340	029050-33-7 000554-61-0 000586-62-9	98 97 96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:54:27 2018 Page: 1

Continuación del anexo 30

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-24.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 00:00
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 24
 Misc : 69RM62
 ALS Vial : 24 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			thylidene)-			
10	23.918	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	90
11	26.333	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	96
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth	24329	001195-92-2	87
			yl-4-(1-methylethenyl)-			
			2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-m	24324	007212-40-0	55
			ethylethenyl)-, trans-			
12	27.397	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	74
13	28.339	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
14	29.835	4.49	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but	74331	000078-36-4	52
			yrate			
15	30.540	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
16	31.932	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32108	001076-56-8	95
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32105	001076-56-8	90
			ethylethyl)-			
17	32.460	0.36	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25745	000562-74-3	97
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25750	000562-74-3	96
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25781	020126-76-5	93
			ethylethyl)-, (R)-			
18	35.462	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
19	35.981	0.70	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 30

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-24.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 00:00
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 24
 Misc : 69RM62
 ALS Vial : 24 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	80
20	37.322	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
21	38.537	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	91
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
22	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22942	018031-40-8	93
23	39.774	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	74
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
			2,6-Octadien-1-ol, 2,7-dimethyl-	25633	022410-74-8	52
24	40.256	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	93
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	90
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24069	025152-84-5	87
25	46.634	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24234	000536-59-4	46
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	43
			1,4-Pentadiene	431	000591-93-5	38
26	48.157	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	64
27	52.101	0.38	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	90
28	54.821	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37496	000334-48-5	53
			1,3,4-Thiadiazol-2-amine, 5-ethyl-	12396	014068-53-2	53

Continuación del anexo 30

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-24.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 00:00
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 24
 Misc : 69RM62
 ALS Vial : 24 Sample Multiplier: 1

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

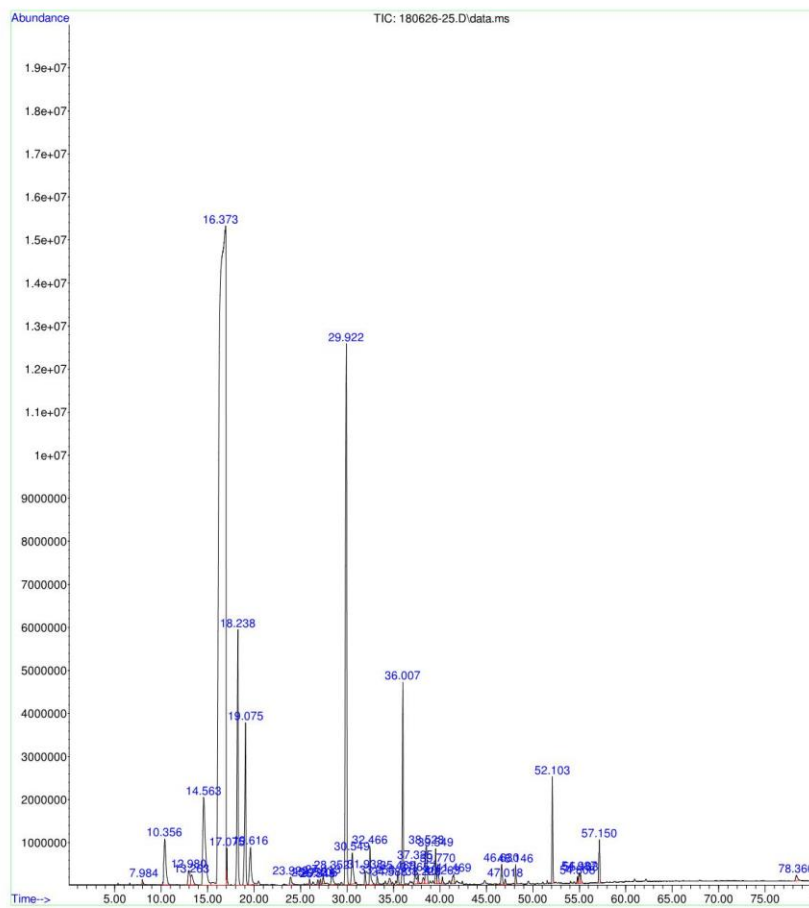
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	54.985	0.12	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2 .1]hept-2-ene (-)-Spathulenol	71465 30905 71327	006750-60-3 130930-56-2 077171-55-2	60 50 41
30	57.150	0.73	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	69954 15282 14416	017909-77-2 003779-61-1 1000190-92-1	91 38 38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 31. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-25.D
Operator : AdeM
Acquired : 28 Jun 2018 1:29 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 25
Misc Info : 76RG22
Vial Number: 25



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 32. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.984	0.06	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 86
2	10.358	1.34	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
3	12.978	0.44	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15175	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
4	13.265	0.32	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15378 15373 15379	003387-41-5 003387-41-5 003387-41-5	94 94 91
5	14.561	3.41	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15180 15177 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	86 81 64
6	16.371	63.95	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15153 15154	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 91 91
7	17.076	0.22	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15198 15201 15374	000555-10-2 000555-10-2 028634-89-1	91 91 91
8	18.236	3.95	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354 15353 15347	000099-85-4 000099-85-4 000099-85-4	94 94 94
9	19.073	2.88	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14430 14428 14425	000527-84-4 000527-84-4 000099-87-6	97 97 97

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:55:58 2018

Continuación del anexo 32

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.615	1.07	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12028	000124-13-0	98
			Octanal	12031	000124-13-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)-	15338	000586-62-9	94
11	23.922	0.17	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
12	25.951	0.07	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3 -pentenyl]oxiranemethanol	36265	1000132-13-0	90
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36281	005989-33-3	90
			Linalool oxide trans	36070	023007-29-6	90
13	26.851	0.08	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans-	24071	006909-30-4	91
			Limonene oxide, trans-	24063	006909-30-4	90
			3-Cyclohexene-1-acetaldehyde, .alp ha.,4-dimethyl-	24272	029548-14-9	35
14	27.106	0.07	C:\Database\NIST05a.L 2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36281	005989-33-3	90
			Linalool oxide trans	36070	023007-29-6	90
			.alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3 -pentenyl]oxiranemethanol	36265	1000132-13-0	83
15	27.411	0.14	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	81
16	28.353	0.34	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	86
17	29.922	10.91	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	64
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	74331	000078-36-4	52
18	30.550	0.82	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
19	31.937	0.22	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	93

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:55:58 2018

Page: 2

Continuación del anexo 32

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32108	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32105	001076-56-8	90
			ethylethyl)-			
20	32.465	0.66	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25745	000562-74-3	96
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25750	000562-74-3	96
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25781	020126-76-5	95
			ethylethyl)-, (R)-			
21	33.251	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			1S-.alpha.-Pinene	15187	007785-26-4	55
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	47
			1(2H)-Pentalenone, hexahydro-5-met	22905	120587-85-1	45
			hyl-4-methylene-			
22	34.589	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Nonanol	20304	000143-08-8	90
			1-Nonanol	20303	000143-08-8	87
			1-Nonanol	20294	000143-08-8	87
23	35.471	0.22	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
24	36.008	2.71	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25797	000098-55-5	87
			.alpha.,4-trimethyl-			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25843	010482-56-1	80
			.alpha.,4-trimethyl-, (S)-			
25	37.327	0.39	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24108	005392-40-5	94
26	37.659	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22931	002244-16-8	95
			methylethenyl)-, (S)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22926	006485-40-1	95
			methylethenyl)-, (R)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22902	000099-49-0	94
			methylethenyl)-			
27	38.223	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	95
			Bicyclo[2.2.1]heptane, 2,2-dimethy	15386	005794-03-6	42
			l-3-methylene-, (1R)-			
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	38
28	38.528	0.86	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 32

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.615	1.07	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12028	000124-13-0	98
			Octanal	12031	000124-13-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)-	15338	000586-62-9	94
11	23.922	0.17	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
12	25.951	0.07	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3 -pentenyl]oxiranemethanol	36265	1000132-13-0	90
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36281	005989-33-3	90
			Linalool oxide trans	36070	023007-29-6	90
13	26.851	0.08	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans-	24071	006909-30-4	91
			Limonene oxide, trans-	24063	006909-30-4	90
			3-Cyclohexene-1-acetaldehyde, .alp ha.,4-dimethyl-	24272	029548-14-9	35
14	27.106	0.07	C:\Database\NIST05a.L 2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36281	005989-33-3	90
			Linalool oxide trans	36070	023007-29-6	90
			.alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3 -pentenyl]oxiranemethanol	36265	1000132-13-0	83
15	27.411	0.14	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	81
16	28.353	0.34	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	86
17	29.922	10.91	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	64
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	74331	000078-36-4	52
18	30.550	0.82	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
19	31.937	0.22	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	93

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:55:58 2018

Page: 2

Continuación del anexo 32

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	95
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	74
29	39.551	0.44	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22940	018031-40-8	95
			(1-methylethenyl)-, (S)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22911	002111-75-3	95
			(1-methylethenyl)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22942	018031-40-8	93
			(1-methylethenyl)-, (S)-			
30	39.770	0.35	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,	44381	000105-86-2	64
			formate, (E)-			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,	25692	000106-24-1	59
			(E)-			
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl	25771	000498-16-8	53
			ethenyl)-, (R)-			
31	40.265	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,4-Decadienal	24037	002363-88-4	90
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	87
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	87
32	41.471	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10215	001123-09-7	50
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-	17005	000078-59-1	50
			1-			
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10220	001123-09-7	50
33	46.629	0.37	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
			5-Hexenal, 4-methylene-	5658	017844-21-2	38
			Spiro[cyclopropane-1,2'-[6.7]diazabicyclo[3.2.2]non-6-ene]	23616	121080-73-7	35
34	47.016	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24225	000536-59-4	96
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24234	000536-59-4	93
			1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-methylethenyl)-	24235	000536-59-4	93
35	48.148	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	98
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
36	52.106	1.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			Thymol	22702	000089-83-8	93
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22815	000499-75-2	90
37	54.807	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	96

Continuación del anexo 32

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-25.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 1:29
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 25
 Misc : 76RG22
 ALS Vial : 25 Sample Multiplier: 1

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

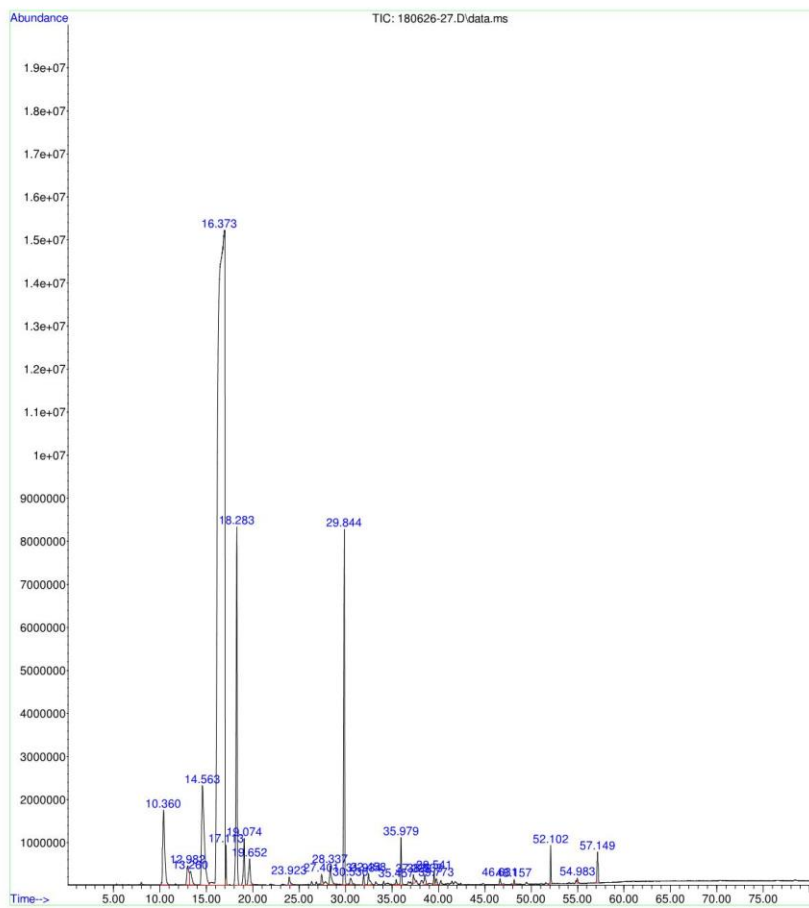
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	64
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	50
38	54.989	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy	71465	006750-60-3	70
			dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-,			
			[1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,			
			7a.beta.,7b.alpha.)]-			
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2	30905	130930-56-2	60
			.1]hept-2-ene			
			Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 2-formyl	41706	135004-95-4	49
			methyl-4,6,6-trimethyl-			
39	55.135	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			1,2-Cyclohexanediol, 1-methyl-4-(1	36250	001946-00-5	83
			-methylethenyl)-			
			3-Penten-2-ol	1701	001569-50-2	38
			2,6-Dimethyl-3,5,7-octatriene-2-ol	24180	1000141-11-9	35
			, Z, Z-			
40	57.150	0.59	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t	69954	017909-77-2	91
			rimethyl-, (E,E,E)-			
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dime	59930	017699-05-7	43
			thyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-			
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15282	003779-61-1	38
			E)-			
41	78.365	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	94
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	93

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 33. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-27.D
Operator : AdeM
Acquired : 28 Jun 2018 4:24 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 27
Misc Info : 78RG62
Vial Number: 27



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 34 **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-27.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 4:24
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 27
 Misc : 78RG62
 ALS Vial : 27 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.358	2.46	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
2	12.983	0.66	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15176 15175	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
3	13.260	0.52	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324 15373 15379	000099-84-3 003387-41-5 003387-41-5	91 91 91
4	14.566	4.50	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15180 15177 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	86 81 64
5	16.371	74.18	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
6	17.113	0.29	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15198 15373 15200	000555-10-2 003387-41-5 000555-10-2	91 91 91
7	18.282	6.36	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
8	19.073	0.91	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14425 14428 14430	000099-87-6 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97
9	19.651	0.72	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl- (+)-4-Carene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15317 15169 15339	000554-61-0 029050-33-7 000586-62-9	98 98 96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 10:01:19 2018

Page: 1

Continuación del anexo 34

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-27.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 4:24
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 27
 Misc : 78RG62
 ALS Vial : 27 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			thylidene)-			
10	23.922	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
11	27.402	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	83
12	28.339	0.53	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
13	29.844	5.08	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	52
14	30.531	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
15	31.932	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
16	32.460	0.30	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25781	020126-76-5	93
17	35.457	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
18	35.981	0.70	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
19	37.322	0.18	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 34

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-27.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 4:24
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 27
 Misc : 78RG62
 ALS Vial : 27 Sample Multiplier: 1

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

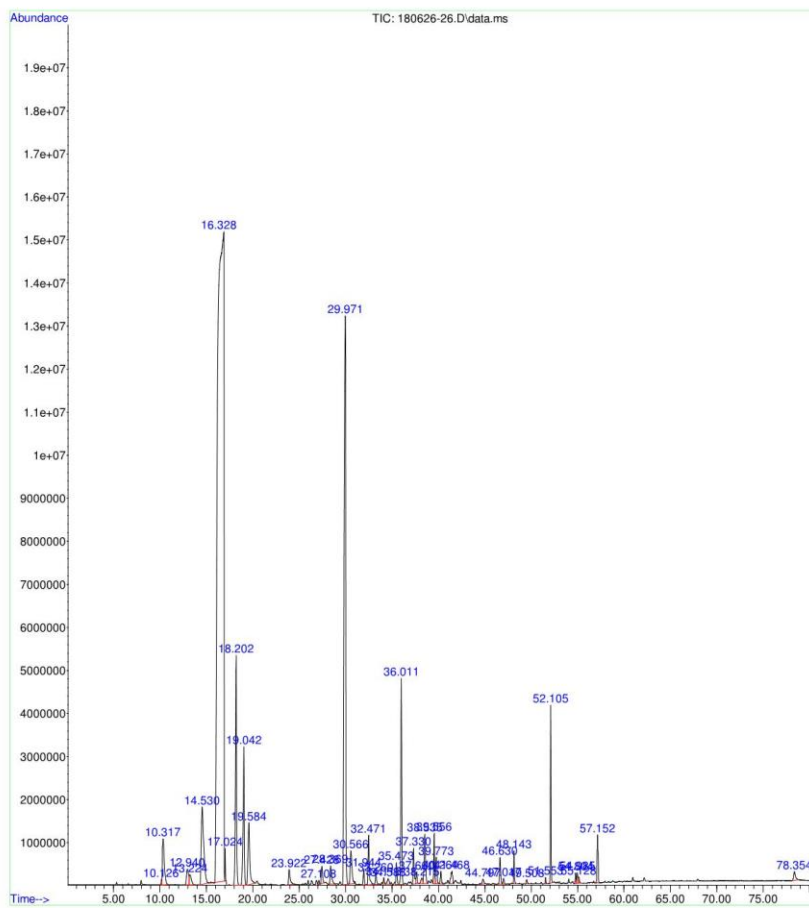
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
20	38.532	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	100061-78-0	87
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	80
21	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22942	018031-40-8	93
22	39.774	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	25642	000624-15-7	64
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	64
			Squalene	173555	007683-64-9	50
23	46.633	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	43
			1,3-Pentadiene	428	000504-60-9	41
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
24	48.157	0.07	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	78
25	52.101	0.45	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	94
			Thymol	22699	000089-83-8	90
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	90
26	54.985	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	80
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	55
			Di-epi-.alpha.-cedrene	59852	1000156-13-3	35
27	57.150	0.47	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-	59930	017699-05-7	43
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 35. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-26.D
Operator : AdeM
Acquired : 28 Jun 2018 2:56 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 26
Misc Info : 81RG63
Vial Number: 26



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 36. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de San Felipe a 614 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 4**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-26.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 2:56
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 26
 Misc : 81RG63
 ALS Vial : 26 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.126	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1752 1762 1763	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	91 78 70
2	10.317	1.27	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)- .alpha.-Pinene	15188 15376 15178	007785-70-8 002437-95-8 000080-56-8	95 94 94
3	12.942	0.48	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene	15176 15390 15174	000127-91-3 018172-67-3 000127-91-3	94 93 91
4	13.224	0.32	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15373 15324 15200	003387-41-5 000099-84-3 000555-10-2	94 91 91
5	14.529	2.78	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15177 15180 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	94 86 64
6	16.326	58.94	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene D-Limonene	15165 15155 15162	005989-27-5 000138-86-3 005989-27-5	94 94 93
7	17.022	0.19	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)-	15200 15374 15373	000555-10-2 028634-89-1 003387-41-5	91 91 91
8	18.200	3.63	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15354 15353 15347	000099-85-4 000099-85-4 000099-85-4	94 94 94
9	19.042	2.46	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	14425 14428 14426	000099-87-6 000527-84-4 000535-77-3	97 97 95

Continuación del anexo 36

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-26.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 2:56
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 26
 Misc : 81RG63
 ALS Vial : 26 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.583	1.69	C:\Database\NIST05a.L Octanal	12031	000124-13-0	96
			Octanal	12030	000124-13-0	90
			Octanal	12028	000124-13-0	78
11	23.922	0.34	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	90
12	27.106	0.05	C:\Database\NIST05a.L Linalool oxide trans	36070	023007-29-6	80
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd	36280	005989-33-3	80
			ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c			
			is-			
			cis-Linaloloxide	36061	1000121-97-4	80
13	27.429	0.32	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
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	83
14	28.371	0.43	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			2-Octen-1-ol, (E)-	12066	018409-17-1	43
15	29.972	14.07	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	64
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-,	107591	007149-26-0	49
			2-aminobenzoate			
16	30.568	0.84	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13195	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
17	31.946	0.23	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32109	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32108	001076-56-8	93
			ethylethyl)-			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m	32105	001076-56-8	90
			ethylethyl)-			
18	32.469	0.80	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25784	020126-76-5	95
			ethylethyl)-, (R)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25745	000562-74-3	95
			ethylethyl)-			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25781	020126-76-5	95
			ethylethyl)-, (R)-			
19	33.261	0.19	C:\Database\NIST05a.L 1(2H)-Pentalenone, hexahydro-5-met	22905	120587-85-1	45

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Jun 29 09:58:04 2018

Page: 2

Continuación del anexo 36

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-26.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 2:56
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 26
 Misc : 81RG63
 ALS Vial : 26 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			hyl-4-methylene-			
			.alpha.-Pinene	15178	000080-56-8	43
			.alpha.-Pinene	15182	000080-56-8	43
20	34.111	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Decenal, (Z)-	25535	002497-25-8	86
			2-Decenal, (E)-	25536	003913-81-3	72
			2-Cyclohexen-1-ol	3117	000822-67-3	60
21	34.589	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclooctane, methyl-	11177	001502-38-1	87
			1-Nonanol	20297	000143-08-8	86
			1-Nonanol	20294	000143-08-8	83
22	35.471	0.33	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
23	36.013	2.69	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25797	000098-55-5	87
			.alpha.,4-trimethyl-			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25843	010482-56-1	80
			.alpha.,4-trimethyl-, (S)-			
24	37.332	0.52	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24108	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	94
25	37.659	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22931	002244-16-8	95
			methylethenyl)-, (S)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22925	002244-16-8	94
			methylethenyl)-, (S)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22932	002244-16-8	94
			methylethenyl)-, (S)-			
26	38.214	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	62
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	62
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	38
27	38.533	1.06	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	83
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	74
28	39.556	0.62	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22911	002111-75-3	95
			(1-methylethenyl)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22940	018031-40-8	92
			(1-methylethenyl)-, (S)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22913	002111-75-3	91
			(1-methylethenyl)-			

Continuación del anexo 36

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-26.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 2:56
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 26
 Misc : 81RG63
 ALS Vial : 26 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	39.774	0.47	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)- 1,5-Heptadiene, 2,6-dimethyl- 2-Pentene, 4-methyl-	25690	000106-25-2	91
				10363	006709-39-3	46
				1449	004461-48-7	43
30	40.266	0.19	C:\Database\NIST05a.L 2,4-Decadienal 2,4-Decadienal, (E,E)- 2,4-Decadienal, (E,E)-	24041	002363-88-4	90
				24070	025152-84-5	90
				24069	025152-84-5	87
31	41.466	0.32	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl- 1,5-Cyclooctadiene, 1,2-dimethyl- 2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-	10220	001123-09-7	50
				15255	006588-51-8	47
				5693	001193-18-6	47
32	44.796	0.13	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4- dimethyl- 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4- dimethyl-, [s-(R*,S*)]- 3-Cyclohexene-1-ethanol, .beta.,4- dimethyl-, [R-(R*,R*)]-	25735	018479-68-0	96
				25836	013835-75-1	96
				25837	013835-30-8	95
33	46.629	0.47	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-met hylethenyl)- 1,7-Octadiene, 3-methylene- 5-Hexenal, 4-methylene-	24235	000536-59-4	53
				9712	068695-13-6	53
				5658	017844-21-2	38
34	47.016	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-met hylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-met hylethenyl)- 1-Cyclohexene-1-methanol, 4-(1-met hylethenyl)-	24234	000536-59-4	95
				24225	000536-59-4	95
				24235	000536-59-4	93
35	48.144	0.35	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid Octanoic Acid Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
				20063	000124-07-2	91
				20065	000124-07-2	83
36	49.508	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexanemethanol, 4-ethenyl-.al pha.,.alpha.,4-trimethyl-3-(1-meth ylethenyl)-, [1R-(1.alpha.,3.alpha ,.4.beta.)]- 3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, .al pha.,.alpha.,4,8-tetramethyl-, [s- (Z,Z)] 3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, .al pha.,.alpha.,4,8-tetramethyl-, [s- (Z,Z)]	73014	000639-99-6	95
				72986	021657-90-9	91
				72987	021657-90-9	91
37	51.551	0.07	C:\Database\NIST05a.L Nonanoic acid	28885	000112-05-0	72

Continuación del anexo 36

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-26.D
 Title :
 Acq On : 28 Jun 2018 2:56
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 26
 Misc : 81RG63
 ALS Vial : 26 Sample Multiplier: 1

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

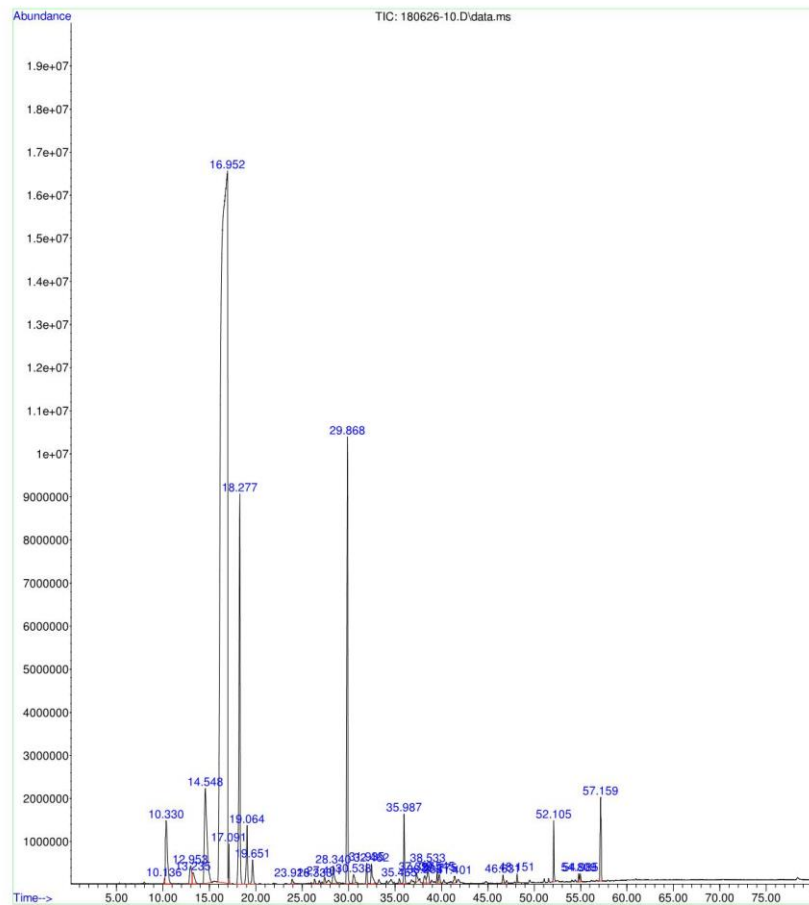
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Nonanoic acid	28883	000112-05-0	53
			Propanedioic acid, propyl-	20994	000616-62-6	50
38	52.106	1.78	C:\Database\NIST05a.L			
			Thymol	22702	000089-83-8	93
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Thymol	22699	000089-83-8	93
39	54.803	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37495	000334-48-5	72
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	72
40	54.985	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy-	71465	006750-60-3	70
			dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-,			
			[1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,			
			7a.beta.,7b.alpha.)]-			
			1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2	30905	130930-56-2	60
			.1]hept-2-ene			
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	49
41	55.126	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			1,2-Cyclohexanediol, 1-methyl-4-(1	36250	001946-00-5	91
			-methylethenyl)-			
			5-Cyclodecene, 1,2-epoxy-	24077	1000163-73-0	38
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth	24329	001195-92-2	38
			yl-4-(1-methylethenyl)-			
42	57.155	0.63	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t	69954	017909-77-2	91
			rimethyl-, (E,E,E)-			
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (	15285	003779-61-1	45
			E)-			
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	15243	000502-99-8	41
43	78.356	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	97
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	94

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 37. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-10.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 3:21 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 10
Misc Info : 28SP21
Vial Number: 10



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 38. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-10.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 3:21
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 10
 Misc : 28SP21
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.135	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- Cyclopropanemethanol, .alpha.-buty 1- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763 12241 1752	000115-18-4 004379-16-2 000115-18-4	83 59 58
2	10.331	1.84	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-tr imethyl-, (+/-)-	15188 15186 15376	007785-70-8 007785-70-8 002437-95-8	95 95 94
3	12.951	0.58	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethy 1-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethy 1-2-methylene-, (1S)-	15390 15176 15384	018172-67-3 000127-91-3 018172-67-3	96 94 93
4	13.233	0.38	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)- Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-meth ylethyl) .beta.-Phellandrene	15373 15324 15200	003387-41-5 000099-84-3 000555-10-2	94 91 91
5	14.547	3.84	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene	15177 15179 15180	000123-35-3 000123-35-3 000123-35-3	94 91 86
6	16.954	72.20	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
7	17.090	0.27	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15198 15200 15373	000555-10-2 000555-10-2 003387-41-5	91 91 91
8	18.277	6.69	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
9	19.064	1.09	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14429 14430 14428	000527-84-4 000527-84-4 000527-84-4	97 97 97

Continuación del anexo 38

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-10.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 3:21
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 10
 Misc : 28SP21
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.651	0.46	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15339	000586-62-9	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15340	000586-62-9	96
11	23.918	0.10	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
12	26.333	0.08	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	96
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	24329	001195-92-2	87
			3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24294	001686-14-2	70
13	27.402	0.13	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25583	000106-23-0	95
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
14	28.339	0.45	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	83
15	29.867	6.35	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
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74332	000078-36-4	58
16	30.540	0.22	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol	13203	000111-87-5	91
			1-Octanol	13191	000111-87-5	91
			1-Octanol	13196	000111-87-5	91
17	31.937	0.31	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
18	32.460	0.43	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	93
19	35.467	0.08	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 38

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-10.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 3:21
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 10
 Misc : 28SP21
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	80
			2-Isopropenyl-5-methylhex-4-enal	24118	075697-98-2	62
20	35.985	0.93	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	80
21	37.327	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	93
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
22	38.205	0.20	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	83
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59890	026560-14-5	64
23	38.532	0.44	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27100	000106-22-9	86
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	83
24	39.547	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	96
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
25	39.774	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			Butanoic acid, 3-methyl-, 1-ethenyl-1,5-dimethyl-4-hexenyl ester	83880	001118-27-0	53
			Cyclopropanecarboxaldehyde, 2-methyl-2-(4-methyl-3-pentenyl)-, trans-(+)-	33479	097231-35-1	47
			Cyclopentane, bromo-	22042	000137-43-9	47
26	41.403	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25689	000106-24-1	83
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (R)-	25771	000498-16-8	83
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	25634	000624-15-7	72
27	46.633	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	38
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
			1,2-Pentadiene	421	000591-95-7	38
28	48.153	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91

Continuación del anexo 38

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-10.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 3:21
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 10
 Misc : 28SP21
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

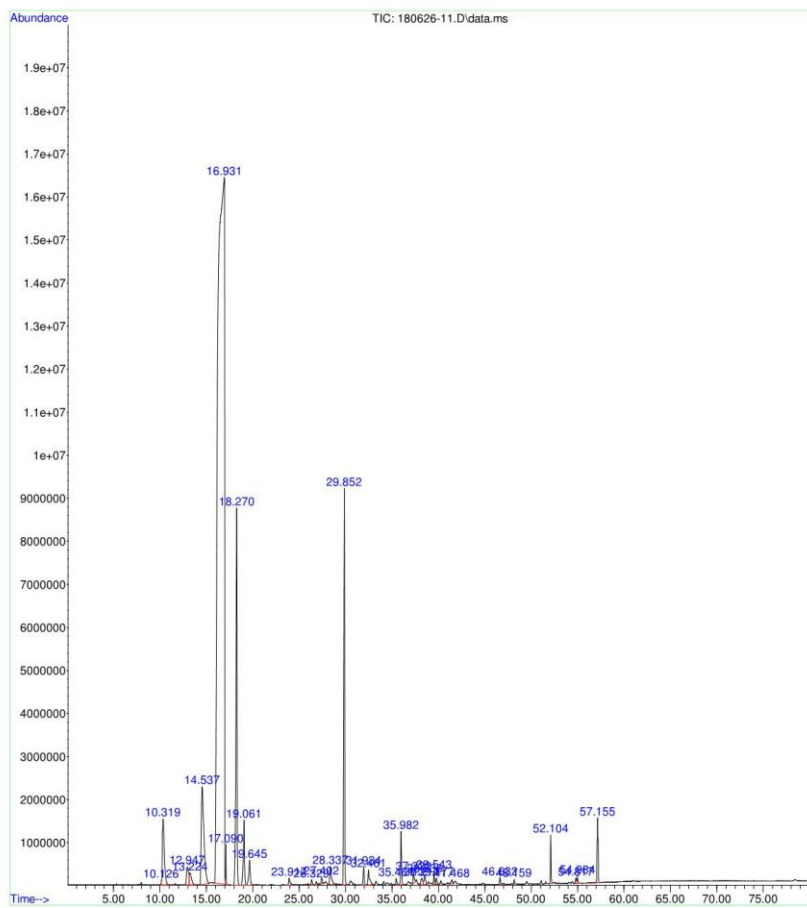
Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 0
 Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	90
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	83
29	52.106	0.66	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 3-Methyl-4-isopropylphenol Thymol	22822 22746 22699	000499-75-2 003228-02-2 000089-83-8	94 93 90
30	54.807	0.09	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid n-Decanoic acid n-Decanoic acid	37498 37494 37495	000334-48-5 000334-48-5 000334-48-5	97 59 59
31	54.985	0.12	C:\Database\NIST05a.L (-)-Spathulenol 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]-	71327 30905 71465	077171-55-2 130930-56-2 006750-60-3	60 60 53
32	57.159	1.14	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E) Tetracyclo[3.3.1.1.1(1,8).0(2,4)]dec ane	69954 15285 14433	017909-77-2 003779-61-1 1000185-58-7	91 50 38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 39. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-11.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 4:48 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 11
Misc Info : 32SP42
Vial Number: 11



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 40. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-11.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 4:48
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 11
 Misc : 32SP42
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.126	0.03	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763 1752 1762	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	90 83 78
2	10.317	1.96	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (.+/-)- .alpha.-Pinene	15188 15376 15178	007785-70-8 002437-95-8 000080-56-8	95 94 94
3	12.946	0.59	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
4	13.224	0.41	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15324 15373 15200	000099-84-3 003387-41-5 000555-10-2	91 91 91
5	14.538	4.06	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)- Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15177 30170 15374	000123-35-3 006580-95-6 028634-89-1	94 64 53
6	16.931	73.88	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
7	17.090	0.27	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15200 15374 15198	000555-10-2 028634-89-1 000555-10-2	91 91 91
8	18.268	6.50	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
9	19.060	1.24	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428 14425 14430	000527-84-4 000099-87-6 000527-84-4	97 97 97

Continuación del anexo 40

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-11.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 4:48
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 11
 Misc : 32SP42
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
10	19.647	0.56	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15338	000586-62-9	96
11	23.918	0.15	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
12	26.328	0.09	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24056	004680-24-4	96
				24329	001195-92-2	91
				24286	001686-14-2	62
13	27.402	0.12	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	90
14	28.339	0.47	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Cyclooctyl alcohol	12077	000696-71-9	43
15	29.854	5.45	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
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	52
16	31.932	0.28	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	95
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
17	32.460	0.35	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
18	35.462	0.10	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	87
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	47
19	35.981	0.74	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 40

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-11.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 4:48
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 11
 Misc : 32SP42
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
20	37.323	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
21	38.209	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59833	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	90
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	90
22	38.537	0.22	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	83
23	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	96
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4- (1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	91
24	39.779	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44381	000105-86-2	59
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	44350	000115-99-1	59
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25692	000106-24-1	53
25	41.466	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			5-Silaspiro[4.4]nona-2,7-diene	15730	052856-32-3	53
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10220	001123-09-7	50
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10215	001123-09-7	50
26	46.634	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			4,7-Methano-1H-indene, 2,4,5,6,7,7 a-hexahydro-	14452	087238-76-4	38
			1,3-Pentadiene, (E)-	437	002004-70-8	38
27	48.157	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	80
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	78
28	52.106	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Thymol	22699	000089-83-8	90
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	90
			Thymol	22702	000089-83-8	90

Continuación del anexo 40

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-11.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 4:48
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 11
 Misc : 32SP42
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

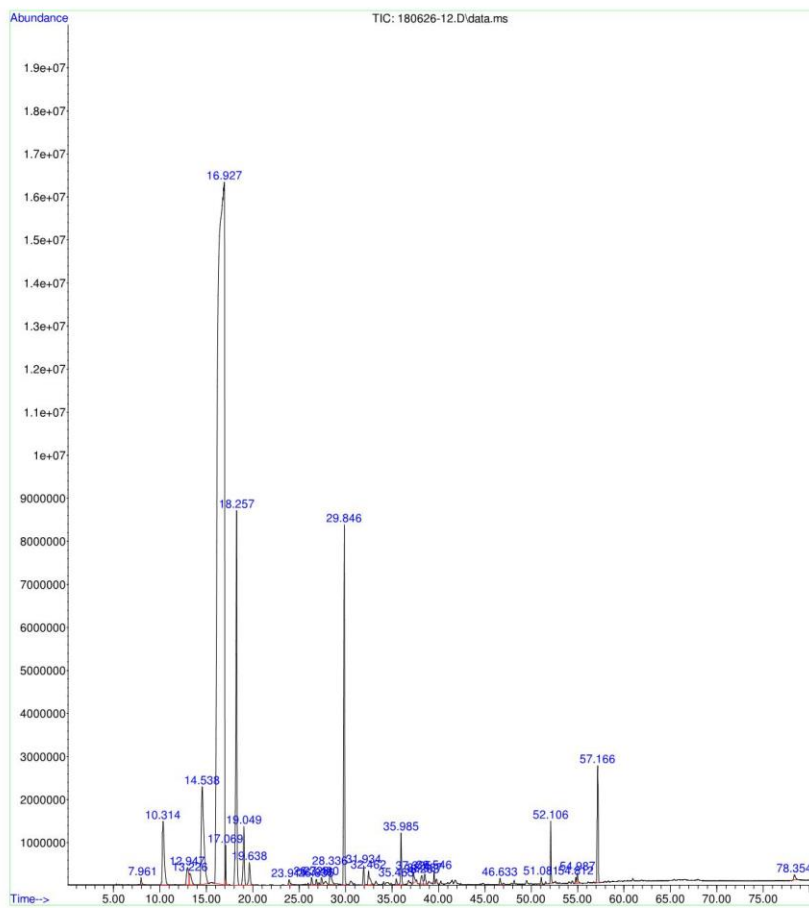
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
29	54.817	0.06	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	95
			1,3,4-Thiadiazol-2-amine, 5-ethyl-	12396	014068-53-2	53
			n-Decanoic acid	37497	000334-48-5	43
30	54.985	0.10	C:\Database\NIST05a.L 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene	30905	130930-56-2	50
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	35
			1,3,4,5-Tetrahydrobenzo[b][1,4]diazepin-2-one	31293	1000306-61-0	27
31	57.155	0.90	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)-	69954	017909-77-2	91
			1,2,4a,5,8,8a-Hexahydro-naphthalen	14416	1000190-92-1	55
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15285	003779-61-1	50

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 41. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-12.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 6:15 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 12
Misc Info : 33SP62
Vial Number: 12



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 42. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-12.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 6:15
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 12
 Misc : 33SP62
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.961	0.09	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 87
2	10.313	1.91	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene 1R-.alpha.-Pinene .alpha.-Pinene	15188 15186 15178	007785-70-8 007785-70-8 000080-56-8	95 95 95
3	12.946	0.59	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	15390 15176 15384	018172-67-3 000127-91-3 018172-67-3	96 94 93
4	13.228	0.39	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15373 15200 15374	003387-41-5 000555-10-2 028634-89-1	94 91 91
5	14.538	4.04	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene	15177 15179 15180	000123-35-3 000123-35-3 000123-35-3	94 91 86
6	16.926	73.18	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
7	17.067	0.28	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15374 15198 15200	028634-89-1 000555-10-2 000555-10-2	91 91 91
8	18.259	6.73	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15353 15157 15347	000099-85-4 013466-78-9 000099-85-4	94 94 94
9	19.051	1.13	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
10	19.637	0.49	C:\Database\NIST05a.L			

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 11:08:43 2018

Continuación del anexo 42

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-12.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 6:15
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 12
 Misc : 33SP62
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	96
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15338	000586-62-9	96
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylidene)-	15339	000586-62-9	96
11	23.913	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	91
			Nonanal	19202	000124-19-6	91
12	26.328	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	96
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	24329	001195-92-2	87
			3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24286	001686-14-2	76
13	26.833	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			Limonene oxide, trans-	24071	006909-30-4	91
			Limonene oxide, trans-	24063	006909-30-4	90
			1,5-Cyclooctadiene, 1,5-dimethyl-	15260	003760-14-3	47
14	27.397	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	94
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25581	000106-23-0	90
15	28.334	0.46	C:\Database\NIST05a.L			
			Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27021	000112-31-2	83
16	29.845	4.89	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	70
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	52
17	31.932	0.30	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32105	001076-56-8	90
18	32.460	0.38	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	93
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	93
19	35.462	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	87

Continuación del anexo 42

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-12.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 6:15
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 12
 Misc : 33SP62
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	72
20	35.985	0.74	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25843	010482-56-1	80
21	37.327	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
22	38.205	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	95
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	89
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	89
23	38.537	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	91
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
24	39.547	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	96
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22913	002111-75-3	92
25	46.634	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	24103	029548-13-8	38
			1,3-Pentadiene, (E)-	437	002004-70-8	38
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
26	51.082	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71465	006750-60-3	94
			(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	76
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-	71464	006750-60-3	72
27	52.106	0.71	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Methyl-4-isopropylphenol	22746	003228-02-2	93
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22822	000499-75-2	90
			Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	22821	000499-75-2	90
28	54.812	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	97
			n-Decanoic acid	37494	000334-48-5	89

Continuación del anexo 42

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-12.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 6:15
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 12
 Misc : 33SP62
 ALS Vial : 12 Sample Multiplier: 1

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

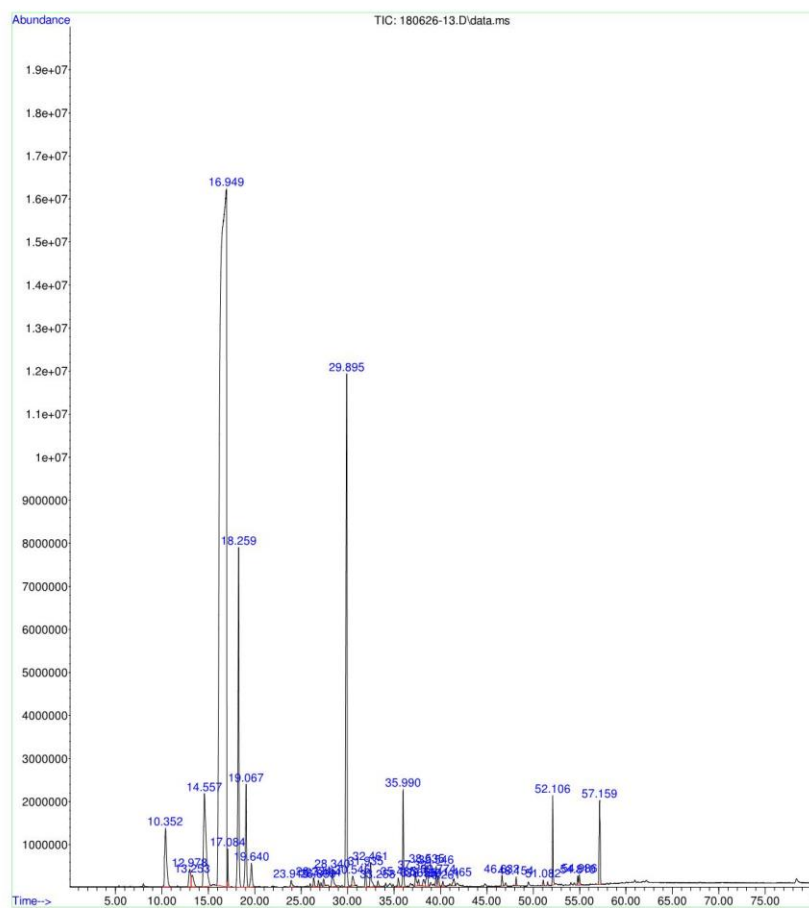
Unknown Spectrum: Apex
 Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,3,4-Thiadiazol-2-amine, 5-ethyl-	12396	014068-53-2	50
29	54.985	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 2-formyl methyl-4,6,6-trimethyl- 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2 .1]hept-2-ene	71465	006750-60-3	60
				41706	135004-95-4	53
				30905	130930-56-2	50
30	57.168	1.66	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- Cycloheptane, 1,3,5-tris(methylene)- Tetracyclo[3.3.1.1(1,8).0(2,4)]dec ane	69954	017909-77-2	91
				14422	068284-24-2	49
				14433	1000185-58-7	38
31	78.356	0.15	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid Octadecanoic acid Octadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
				114822	000057-11-4	66
				114821	000057-11-4	62

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 43. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-13.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 7:44 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name : Muestra 13
Misc Info : 40SM22
Vial Number : 13



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 44. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 2 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-13.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 7:44
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 13
 Misc : 40SM22
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	10.353	1.73	C:\Database\NIST05a.L			
			1R-.alpha.-Pinene	15188	007785-70-8	95
			Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)-.alpha.-Pinene	15376	002437-95-8	94
2	12.978	0.55	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-.beta.-Pinene	15390	018172-67-3	96
			.beta.-Pinene	15176	000127-91-3	94
3	13.251	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-.beta.-Phellandrene	15373	003387-41-5	94
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15200	000555-10-2	91
4	14.556	3.63	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Myrcene	15177	000123-35-3	94
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	86
5	16.949	68.89	C:\Database\NIST05a.L			
			D-Limonene	15165	005989-27-5	94
			Limonene	15153	000138-86-3	91
6	17.085	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	15374	028634-89-1	91
7	18.259	5.50	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-3-Carene	15353	000099-85-4	94
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15157	013466-78-9	94
8	19.069	1.85	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
9	19.642	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15317	000554-61-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15340	000586-62-9	96

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 11:11:10 2018

Continuación del anexo 44

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-13.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 7:44
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 13
 Misc : 40SM22
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			thylidene)-			
10	23.913	0.14	C:\Database\NIST05a.L Nonanal Nonanal Nonanal	19202 19204 19203	000124-19-6 000124-19-6 000124-19-6	91 91 91
11	26.333	0.16	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis- 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth- yl-4-(1-methylethenyl)- 3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24056 24329 24286	004680-24-4 001195-92-2 001686-14-2	96 87 52
12	26.838	0.11	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, trans- Limonene oxide, trans- 6-Nonynoic acid, methyl ester	24063 24071 34600	006909-30-4 006909-30-4 020731-17-3	90 87 38
13	27.406	0.12	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)- 6-Octenal, 3,7-dimethyl- 6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25617 25584 25583	002385-77-5 000106-23-0 000106-23-0	98 94 90
14	28.339	0.42	C:\Database\NIST05a.L Decanal Decanal 2-Octen-1-ol, (E)-	27023 27019 12066	000112-31-2 000112-31-2 018409-17-1	91 91 43
15	29.894	8.62	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but- yrate	25636 25643 74331	000078-70-6 000078-70-6 000078-36-4	93 86 52
16	30.545	0.26	C:\Database\NIST05a.L 1-Octanol 1-Octanol 1-Octanol	13196 13195 13203	000111-87-5 000111-87-5 000111-87-5	91 91 91
17	31.937	0.29	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)- Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)-	32105 32109 32108	001076-56-8 001076-56-8 001076-56-8	90 87 87
18	32.460	0.48	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m- ethylethyl)-, (R)-	25745 25750 25781	000562-74-3 000562-74-3 020126-76-5	97 96 93
19	33.256	0.11	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 44

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-13.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 7:44
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 13
 Misc : 40SM22
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			trans-p-Mentha-2,8-dienol	24081	1000139-65-3	60
			3-Nonen-5-yne, 4-ethyl-, (E)-	22973	074744-60-8	55
			3-Nonen-5-yne, 4-ethyl-, (Z)-	22974	074744-26-6	49
20	35.467	0.16	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	97
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
21	35.990	1.31	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25797	000098-55-5	87
			.alpha.4-trimethyl-			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,	25843	010482-56-1	80
			.alpha.,4-trimethyl-, (S)-			
22	37.322	0.28	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	93
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	93
23	37.654	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22932	002244-16-8	96
			methylethenyl)-, (S)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22931	002244-16-8	95
			methylethenyl)-, (S)-			
			2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-	22926	006485-40-1	95
			methylethenyl)-, (R)-			
24	38.200	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59827	000502-61-4	96
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-tr	59890	026560-14-5	83
			imethyl-, (Z,E)-			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	80
25	38.537	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	83
26	39.547	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22911	002111-75-3	95
			(1-methylethenyl)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22940	018031-40-8	95
			(1-methylethenyl)-, (S)-			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-	22913	002111-75-3	91
			(1-methylethenyl)-			
27	39.774	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-,	44350	000115-99-1	72
			formate			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-,	44381	000105-86-2	53
			formate, (E)-			
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl	25771	000498-16-8	53
			ethenyl)-, (R)-			
28	40.261	0.07	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del anexo 44

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-13.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 7:44
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 13
 Misc : 40SM22
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2,4-Decadienal	24041	002363-88-4	93
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24070	025152-84-5	87
			2,4-Decadienal, (E,E)-	24067	025152-84-5	81
29	41.466	0.18	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-	17007	000078-59-1	53
			Germacyplopent-3-ene, 1,1-dichloro-3,4-dimethyl-	76156	005764-64-7	50
			2-Cyclohexen-1-one, 3,5-dimethyl-	10215	001123-09-7	50
30	46.633	0.18	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	38
			1,2-Pentadiene	421	000591-95-7	35
			4,7-Methano-1H-indene, 2,4,5,6,7,7a-hexahydro-	14452	087238-76-4	30
31	48.153	0.10	C:\Database\NIST05a.L Octanoic Acid	20066	000124-07-2	91
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	72
32	51.082	0.09	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-(-)-Spathulenol	71464	006750-60-3	93
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-(-)-Spathulenol	71327	077171-55-2	76
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-(-)-Spathulenol	71465	006750-60-3	60
33	52.105	0.96	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 3-Methyl-4-isopropylphenol Thymol	22822	000499-75-2	94
				22746	003228-02-2	93
				22699	000089-83-8	90
34	54.812	0.10	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid n-Decanoic acid Tetradecanoic acid	37498	000334-48-5	97
				37494	000334-48-5	59
				77275	000544-63-8	56
35	54.985	0.15	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahydro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,7a.beta.,7b.alpha.)]-1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2.1]hept-2-ene (-)-Spathulenol	71465	006750-60-3	70
				30905	130930-56-2	60
				71327	077171-55-2	46
36	57.159	1.13	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-trimethyl-, (E,E,E)- Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)-	69954	017909-77-2	91
				59930	017699-05-7	43

Continuación del anexo 44

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
Data File : 180626-13.D
Title :
Acq On : 27 Jun 2018 7:44
Operator : AdeM
Sample : Muestra 13
Misc : 40SM22
ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

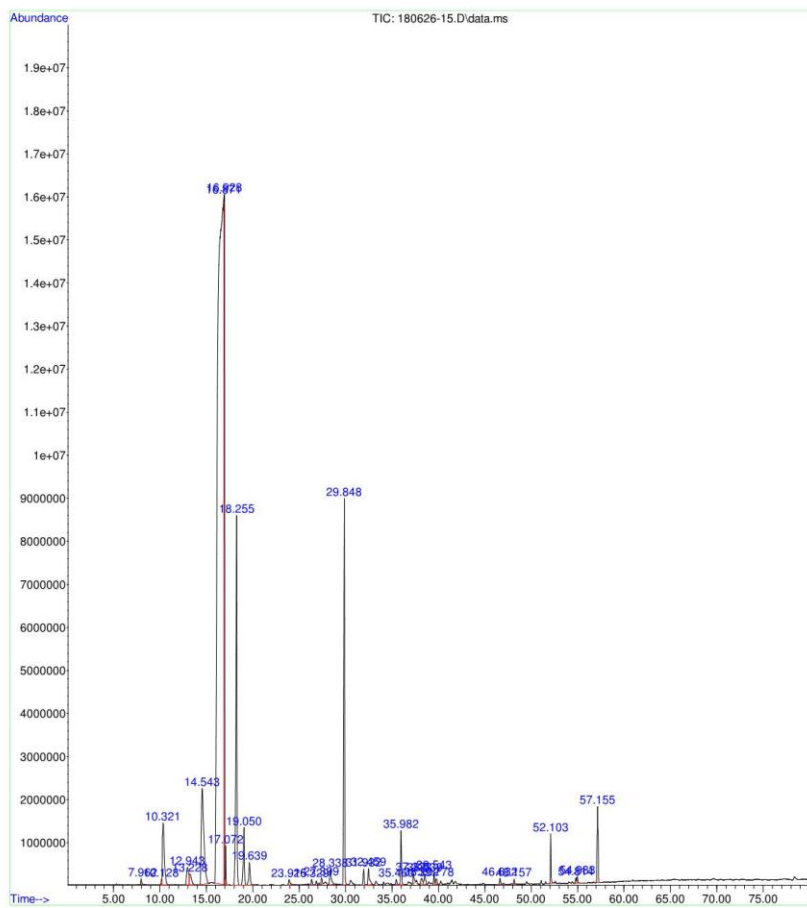
Unknown Spectrum: Apex
Integration Events: ChemStation Integrator - autointA.e

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)-	15282	003779-61-1	38

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 45. **Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

File : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-15.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 10:40 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 15
Misc Info : 42SM62
Vial Number: 15



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 46. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.961	0.07	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 87 78
2	10.126	0.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763 1752 1762	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	90 83 50
3	10.322	1.90	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (+/-)- .alpha.-Pinene	15188 15376 15178	007785-70-8 002437-95-8 000080-56-8	95 94 94
4	12.942	0.60	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
5	13.228	0.38	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324 15379 15373	000099-84-3 003387-41-5 003387-41-5	91 91 91
6	14.543	4.08	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15177 15180 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	94 86 64
7	16.872	66.53	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
8	16.926	7.16	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
9	17.072	0.28	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15200 15373 15198	000555-10-2 003387-41-5 000555-10-2	91 91 91
10	18.254	6.67	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene	15353 15157	000099-85-4 013466-78-9	94 94

Continuación del anexo 46

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
11	19.050	1.12	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
12	19.637	0.51	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	96
13	23.913	0.12	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	86
14	26.328	0.10	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-	24056	004680-24-4	96
			7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	24329	001195-92-2	87
			3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24286	001686-14-2	86
15	27.397	0.11	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	95
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25583	000106-23-0	90
16	28.339	0.42	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
17	29.849	5.46	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-, acetate	54271	000115-95-7	52
18	31.932	0.26	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylethyl)-	32081	000877-65-6	72
19	32.460	0.38	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97

Continuación del anexo 46

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-ethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-ethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	94
20	35.462	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
21	35.980	0.79	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.-4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.-4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
22	37.322	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
23	38.200	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	90
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59890	026560-14-5	76
24	38.537	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	91
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
25	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22914	002111-75-3	91
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	91
26	39.779	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	44350	000115-99-1	64
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	64
27	46.633	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	38
			1,3-Pentadiene	423	000504-60-9	38
28	48.157	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86

Continuación del anexo 46

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

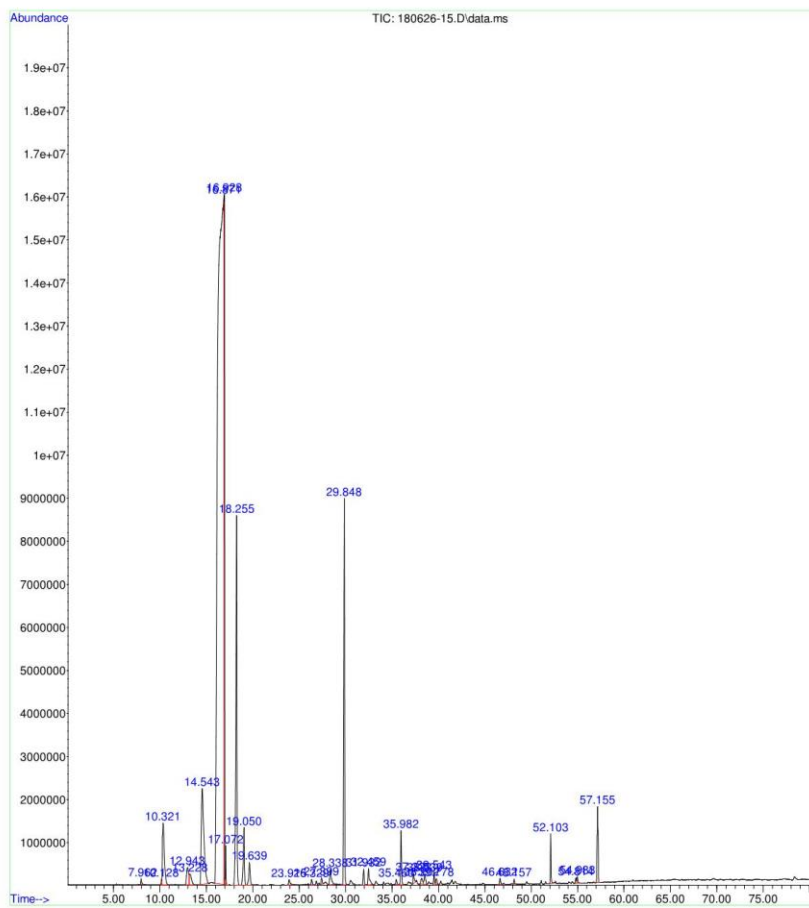
Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	78
29	52.101	0.57	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 3-Methyl-4-isopropylphenol Thymol	22822 22746 22699	000499-75-2 003228-02-2 000089-83-8	94 93 90
30	54.816	0.07	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid Undecanoic acid n-Decanoic acid	37498 47202 37496	000334-48-5 000112-37-8 000334-48-5	97 53 53
31	54.985	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2 .1]hept-2-ene 1,2-Naphthalenediol, 1,2,3,4-tetra hydro-1-methyl-, cis-	71465 30905 41545	006750-60-3 130930-56-2 056588-36-4	53 50 38
32	57.154	1.08	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E) E)- Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 4,6,6-tr imethyl-2-vinyloxy-	69954 15282 41693	017909-77-2 003779-61-1 1000163-23-1	91 38 35

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 47.

Cromatografía del aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 6 horas y tamaño de partícula mesh No. 12

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\180626-15.D
Operator : AdeM
Acquired : 27 Jun 2018 10:40 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Muestra 15
Misc Info : 42SM62
Vial Number: 15



Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

Anexo 48. **Base de datos para la identificación de componentes químicos presentes en el aceite esencial de la mandarina Dancy, proveniente de Oratorio a 951 msnm. A un tiempo de extracción de 4 horas y tamaño de partícula mesh No. 8**

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	7.961	0.07	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 87 78
2	10.126	0.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl- 3-Buten-2-ol, 2-methyl-	1763 1752 1762	000115-18-4 000115-18-4 000115-18-4	90 83 50
3	10.322	1.90	C:\Database\NIST05a.L 1R-.alpha.-Pinene Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene, 2,6,6-trimethyl-, (.+/-)- .alpha.-Pinene	15188 15376 15178	007785-70-8 002437-95-8 000080-56-8	95 94 94
4	12.942	0.60	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- .beta.-Pinene .beta.-Pinene	15390 15171 15176	018172-67-3 000127-91-3 000127-91-3	96 94 94
5	13.228	0.38	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	15324 15379 15373	000099-84-3 003387-41-5 003387-41-5	91 91 91
6	14.543	4.08	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene .beta.-Myrcene Ethanone, 1-cyclopropyl-2-(4-pyridinyl)-	15177 15180 30170	000123-35-3 000123-35-3 006580-95-6	94 86 64
7	16.872	66.53	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (S)-	15165 15153 15365	005989-27-5 000138-86-3 005989-54-8	94 91 90
8	16.926	7.16	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene Limonene Limonene	15165 15155 15153	005989-27-5 000138-86-3 000138-86-3	94 94 91
9	17.072	0.28	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- .beta.-Phellandrene	15200 15373 15198	000555-10-2 003387-41-5 000555-10-2	91 91 91
10	18.254	6.67	C:\Database\NIST05a.L 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)- 3-Carene	15353 15157	000099-85-4 013466-78-9	94 94

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 12:16:09 2018

Continuación del anexo 48

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15347	000099-85-4	94
11	19.050	1.12	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14428	000527-84-4	97
			Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	14425	000099-87-6	97
			Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)-	14430	000527-84-4	97
12	19.637	0.51	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	98
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	97
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-	15338	000586-62-9	96
13	23.913	0.12	C:\Database\NIST05a.L Nonanal	19202	000124-19-6	91
			Nonanal	19204	000124-19-6	91
			Nonanal	19203	000124-19-6	86
14	26.328	0.10	C:\Database\NIST05a.L Limonene oxide, cis-7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-	24056	004680-24-4	96
			3-Oxatricyclo[4.1.1.0(2,4)]octane, 2,7,7-trimethyl-	24329	001195-92-2	87
				24286	001686-14-2	86
15	27.397	0.11	C:\Database\NIST05a.L 6-Octenal, 3,7-dimethyl-, (R)-	25617	002385-77-5	98
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25584	000106-23-0	95
			6-Octenal, 3,7-dimethyl-	25583	000106-23-0	90
16	28.339	0.42	C:\Database\NIST05a.L Decanal	27023	000112-31-2	91
			Decanal	27019	000112-31-2	91
			Decanal	27022	000112-31-2	90
17	29.849	5.46	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-, acetate	54271	000115-95-7	52
18	31.932	0.26	C:\Database\NIST05a.L Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32109	001076-56-8	93
			Benzene, 2-methoxy-4-methyl-1-(1-methylethyl)-	32108	001076-56-8	93
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylethyl)-	32081	000877-65-6	72
19	32.460	0.38	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	97

ACEBITES ESE...WAX SCAN 2.M Wed Jun 27 12:16:09 2018

Page: 2

Continuación del anexo 48

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-ethyl)-	25750	000562-74-3	96
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methyl-ethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	94
20	35.462	0.09	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	91
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	72
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	64
21	35.980	0.79	C:\Database\NIST05a.L			
			p-menth-1-en-8-ol	25545	1000157-89-9	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-	25797	000098-55-5	87
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25845	010482-56-1	80
22	37.322	0.18	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
23	38.200	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			.alpha.-Farnesene	59834	000502-61-4	93
			.alpha.-Farnesene	59832	000502-61-4	90
			1,3,6,10-Dodecatetraene, 3,7,11-trimethyl-, (Z,E)-	59890	026560-14-5	76
24	38.537	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-, (R)-	27134	001117-61-9	96
			2-Octen-1-ol, 3,7-dimethyl-	27105	040607-48-5	91
			2,7-Octadiene, 4-methyl-	10320	1000061-78-0	87
25	39.542	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22911	002111-75-3	95
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-	22914	002111-75-3	91
			1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde, 4-(1-methylethenyl)-, (S)-	22940	018031-40-8	91
26	39.779	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (Z)-	25690	000106-25-2	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	44350	000115-99-1	64
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72944	000106-28-5	64
27	46.633	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4-Pentadiene	427	000591-93-5	41
			1,7-Octadiene, 3-methylene-	9712	068695-13-6	38
			1,3-Pentadiene	423	000504-60-9	38
28	48.157	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			Octanoic Acid	20066	000124-07-2	87
			Octanoic Acid	20063	000124-07-2	86

Continuación del anexo 48

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\
 Data File : 180626-15.D
 Title :
 Acq On : 27 Jun 2018 10:40
 Operator : AdeM
 Sample : Muestra 15
 Misc : 42SM62
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octanoic Acid	20065	000124-07-2	78
29	52.101	0.57	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl) 3-Methyl-4-isopropylphenol Thymol	22822 22746 22699	000499-75-2 003228-02-2 000089-83-8	94 93 90
30	54.816	0.07	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid Undecanoic acid n-Decanoic acid	37498 47202 37496	000334-48-5 000112-37-8 000334-48-5	97 53 53
31	54.985	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta., 7a.beta.,7b.alpha.)]- 1,7,7-Trimethyl-2-vinylbicyclo[2.2 .1]hept-2-ene 1,2-Naphthalenediol, 1,2,3,4-tetra hydro-1-methyl-, cis-	71465 30905 41545	006750-60-3 130930-56-2 056588-36-4	53 50 38
32	57.154	1.08	C:\Database\NIST05a.L 2,6,9,11-Dodecatetraenal, 2,6,10-t rimethyl-, (E,E,E)- 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E) E)- Bicyclo[3.1.1]hept-3-ene, 4,6,6-tr imethyl-2-vinyl-oxo-	69954 15282 41693	017909-77-2 003779-61-1 1000163-23-1	91 38 35

Fuente: Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Universidad del Valle de Guatemala.

