



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

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE
ROSA (*Rosa* sp.) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA
LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO
APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS**

Diego Enrique Valle García

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

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (*Rosa sp.*) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DIEGO ENRIQUE VALLE GARCÍA

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

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, JULIO DE 2015

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López de López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jorge Mario Estrada Asturias
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (*Rosa sp.*) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 1 de julio de 2014.


Diego Enrique Valle García



Guatemala, 27 de Abril de 2015

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

Ingeniero Monzón:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al Informe Final del trabajo de graduación titulado **“ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (ROSA SP) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS”**, del estudiante de Ingeniería Química Diego Enrique Valle García quien se identifica con el carné número 2010-20804.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

Atentamente,


Ing. Geo. Mario José Mérida Meré
Coordinador
Laboratorio de Investigación
de Extractos Vegetales -LIEXVE-
Asesor




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





Guatemala, 28 de mayo de 2015.
Ref. EIQ.TG-IF.027.2015.

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

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **025-2014** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por el estudiante universitario: **Diego Enrique Valle García**.
Identificado con número de carné: **2010-20804**.
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:

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (*Rosa sp*) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS

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 Arriel Vilela Rodas
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.087.2015

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **DIEGO ENRIQUE VALLE GARCÍA** titulado: "ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (ROSA SP.) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS". 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. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, junio 2015

Cc: Archivo
VMMV/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, al trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (Rosa sp.) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA LABORATORIO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Diego Enrique Valle García**, 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 Polar
DECANO



Guatemala, julio de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por regalarme la vida, la sabiduría y la paciencia para culminar mis estudios.
Virgen María	Por bendecirme y guiarme en todo momento de debilidad, duda y tristeza.
Mi madre	Por ser un apoyo incondicional, consejera y parte fundamental de este triunfo que sin su ayuda no habría logrado.
Mi padre	Por ser un ejemplo de fortaleza, brindarme palabras de aliento y nunca dejar de creer en mí, ya que su apoyo fue primordial para este logro.
Mis hermanas	Mónica y Mariana Valle García, por el cariño, ayuda, consejos y orgullo que me regalan cada día.
Mi abuela	Margarita Flores, por ser un ejemplo de lucha y mi ejemplo de vida. Por llenarme de bendiciones cada día con sus buenos consejos y compañía.

Mis tíos y primos

Porque todos han estado a mi lado en todo mi proceso de formación y nunca me han dejado solo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser mi segundo hogar durante muchos años y tener las puertas siempre abiertas para mí.

Facultad de Ingeniería

Por todo el apoyo brindado durante mi carrera para que pudiera finalizar mis estudios.

Mis padres

Por brindarme todo el apoyo económico y moral para culminar esta meta.

Mi familia

Hermanas, abuelos, tíos, primos y primas por los consejos, apoyo y ánimos recibidos.

Mis asesores

Ingeniero Mario Mérida e ingeniera Telma Cano, por todo el apoyo, consejos, paciencia y tiempo invertido en mi trabajo de investigación.

Mis amigos

Gabriela Díaz (q. e. p. d.), José Carlos Rebelo, Luis Pedro Mármol, Cristhian Monroy, Diego Romero, José Carlos Cano, Edna Dardón, Carlos Calderón, Jorge Sarg, Humberto Alvarado, Edgar Barrientos, Karla Marroquín, Wagner Monterroso, Edwin Saravia, Ángel Aragón y Alan Rodríguez, por hacer de mi vida estudiantil un camino más ameno.

Mi revisor

Ingeniero César Ariel Villela Rodas, por tomarse el tiempo de brindarme consejos a lo largo de mi investigación.

Doctora Mayra

Ruiz Reyes

Por todo el apoyo y oportunidades brindadas durante mi estadía en México, y tener la iniciativa de apoyarme en el trabajo de graduación.

Floristería Valle

de Flores

Por brindarme la facilidad en la recolección de la materia prima, para la realización de la parte experimental de mi trabajo de graduación.

Laboratorio de

Investigación de

Extractos Vegetales

(LIXVE)

Por brindarme las facilidades para llevar a cabo mi estudio, desde la parte preparatoria hasta la culminación del mismo y ayudarme en diversos aspectos de mi formación como profesional.

Universidad del Valle

de Guatemala

Por el apoyo brindado para los análisis requeridos dentro del trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
Hipótesis	XXII
INTRODUCCIÓN	XXV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Transferencia de masa	5
2.1.1. Concentración.....	5
2.1.2. Velocidad.....	6
2.1.3. Flujo.....	6
2.2. Ley de Fick	6
2.3. Clasificación de la transferencia de masa	8
2.3.1. Transferencia de masa molecular.....	8
2.3.2. Transferencia de masa convectiva	8
2.4. Oleoresina	9
2.5. Aceite esencial	9
2.6. Concreto	9
2.6.1. Absolutos.....	10
2.6.1.1. Composición química	11
2.6.1.2. Fuente de obtención	12

	2.6.1.3.	Propiedades	12
	2.6.1.4.	Almacenamiento.....	13
	2.6.1.5.	Aplicaciones	14
2.7.		Métodos de extracción vegetal.....	16
	2.7.1.	Destilación.....	17
		2.7.1.1. Hidrodestilación.....	18
		2.7.1.2. Arrastre con vapor directo	18
		2.7.1.3. Destilación mixta	19
	2.7.2.	Extracción por solvente	19
	2.7.3.	Maceración.....	21
	2.7.4.	Expresión	21
	2.7.5.	Enfloración	22
	2.7.6.	Fluidos supercríticos	22
2.8.		Caracterización fisicoquímica.....	23
	2.8.1.	Cromatografía	23
		2.8.1.1. Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas.....	24
		2.8.1.2. Cromatografía líquida de alto rendimiento.....	25
	2.8.2.	Índice de refracción	25
	2.8.3.	Densidad	26
2.9.		Lixiviación.....	26
	2.9.1.	Lixiviación natural.....	27
	2.9.2.	Bioliixiviación.....	27
2.10.		Extracción sólido-líquido	28
	2.10.1.	Extracción sólido-líquido discontinua	28
	2.10.2.	Extracción sólido-líquido continua	29
2.11.		Extracción líquido-líquido	29
	2.11.1.	Extracción líquido-líquido simple	30

2.11.2.	Extracción líquido-líquido continua	31
2.12.	Rosa (<i>Rosa</i> sp.).....	32
2.12.1.	Rosa véndela.....	33
2.12.2.	Rosa de San Juan	34
2.12.3.	Producción.....	35
2.12.3.1.	Corte.....	35
2.12.3.2.	Transporte y recepción	35
2.12.4.	Producción en Guatemala	36
2.12.5.	Absoluto de rosas	37
2.12.5.1.	Historia	37
2.12.5.2.	Composición química	38
2.12.5.3.	Citronelol.....	40
2.12.5.4.	Geraniol	41
2.12.5.5.	Alcohol fenético.....	42
2.12.5.6.	Eucaliptol	43
2.12.5.7.	Precio	44
2.12.5.8.	Aplicaciones.....	44
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	47
3.1.	Localización.....	47
3.2.	Variables.....	47
3.2.1.	Independientes	47
3.2.2.	Dependientes.....	48
3.2.3.	Variable respuesta.....	48
3.3.	Delimitación del campo de estudio	48
3.4.	Obtención de muestras.....	49
3.5.	Recursos humanos disponibles.....	49
3.6.	Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos).....	49

3.7.	Técnica cuantitativa.....	53
3.8.	Recolección y ordenamiento de la información	58
3.9.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	70
3.10.	Análisis estadístico.....	78
3.10.1.	Diseño experimental.....	78
3.10.2.	Análisis estadístico.....	79
3.10.3.	Análisis de varianza (Andeva).....	79
3.10.4.	Análisis de varianza (Andeva) para el rendimiento extractivo másico	82
4.	RESULTADOS.....	87
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	97
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	APÉNDICES.....	115
	ANEXOS.....	173

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Citronelol.....	41
2.	Geraniol	42
3.	Alcohol fenético.....	43
4.	Eucaliptol	44
5.	Equipo de reacción CSTR con enchaquetado	50
6.	Equipo de destilación líquido-líquido con sistema de presión reducida	50
7.	Refractómetro	51
8.	Balanza analítica	51
9.	Campana de extracción	52
10.	Balanza.....	52
11.	Procesador de alimentos	53
12.	Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos temperaturas, en función del tiempo de extracción con etanol anhidro 1	89
13.	Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos tiempos, en función de la temperatura de extracción con etanol anhidro 2	90
14.	Porcentaje de área de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción.....	92
15.	Porcentaje de área de 2-feniletanol (alcohol fenético) en el absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción	93

16.	Densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela y variedad San Juan para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción ...	95
17.	Índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela y variedad San Juan para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción	96

TABLAS

I.	Extracción sólido-líquido de concreto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando maceración dinámica con hexano en reactor CSTR.....	58
II.	Extracción sólido-líquido de concreto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad San Juan para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando maceración dinámica con hexano en reactor CSTR.....	59
III.	Extracción líquido-líquido de absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando etanol anhidro como solvente	59
IV.	Extracción líquido-líquido de absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando etanol anhidro como solvente	60
V.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS.....	60
VI.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS.....	61
VII.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS.....	61
VIII.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS.....	62

IX.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS	62
X.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS	63
XI.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS	63
XII.	Composición química del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS	64
XIII.	Densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	64
XIV.	Densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	65
XV.	Índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	65
XVI.	Índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	66
XVII.	Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, para extracción a escala laboratorio	66
XVIII.	Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, a escala laboratorio.....	67
XIX.	Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, para extracción a escala laboratorio	67
XX.	Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, a escala laboratorio.....	68
XXI.	Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, para extracción a escala planta piloto.....	68
XXII.	Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, a escala planta piloto	69

XXIII.	Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad San Juan, para extracción a escala planta piloto ...	69
XXIV.	Estimación de costos de extracción de absoluto de rosa San Juan, a escala planta piloto	70
XXV.	Porcentaje de rendimiento másico de concreto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	70
XXVI.	Porcentaje de rendimiento másico de concreto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	71
XXVII.	Porcentaje de rendimiento másico de absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	71
XXVIII.	Porcentaje de rendimiento másico de absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	72
XXIX.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	72
XXX.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	73
XXXI.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	73
XXXII.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa</i> sp.) variedad Véndela para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida po r medio de GC-MS	74

XXXIII.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	74
XXXIV.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	75
XXXV.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	75
XXXVI.	Composición química del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS	76
XXXVII.	Densidad del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción	76
XXXVIII.	Densidad del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	77
XXXIX.	Índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	77
XL.	Índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.....	78
XLI.	Experimento de dos factores.....	79
XLII.	Análisis de varianza para el experimento de dos factores con n-réplicas.....	80
XLIII.	Experimento de los factores de tiempo y temperatura para el rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela	82

XLIV.	Análisis de varianza para el rendimiento extractivo másico de absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela.....	82
XLV.	Experimento de los factores de tiempo y temperatura para el rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan.....	83
XLVI.	Análisis de varianza para el rendimiento extractivo másico de absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan.....	83
XLVII.	Experimento de los factores de tiempo y temperatura para la densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela.....	83
XLVIII.	Análisis de varianza para la densidad del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela.....	84
XLIX.	Experimento de los factores de tiempo y temperatura para la densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan.....	84
L.	Análisis de varianza para la densidad del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan.....	84
LI.	Experimento de factores de tiempo y temperatura para el índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela.....	85
LII.	Análisis de varianza para el índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela	85
LIII.	Experimento de factores de tiempo y temperatura para el índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela.....	85
LIV.	Análisis de varianza para el índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan	86
LV.	Rendimiento extractivo másico del concreto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) para la variedad Véndela y la variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción sólido-líquido con hexano.....	87

LVI.	Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) para la variedad Véndela y la variedad San Juan con etanol anhidro, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción	88
LVII.	Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) para la variedad Véndela y la variedad San Juan con etanol anhidro, para dos tiempos en función de la temperatura de extracción	88
LVIII.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos temperaturas, en función del tiempo de extracción con etanol anhidro.....	89
LIX.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa Véndela y San Juan a 2 horas de extracción, en función de la temperatura	90
LX.	Porcentaje de área de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, en función de la temperatura y tiempo de extracción.....	91
LXI.	Porcentaje de área de 2-feniletanol (alcohol fenelítico) en el absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, en función de la temperatura y tiempo de extracción	91
LXII.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela, a diferentes temperaturas en función del tiempo de extracción.....	92
LXIII.	Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de 2-Feniletanol (alcohol fenetílico) en el absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad San Juan, a diferentes temperaturas en función del tiempo de extracción.....	93

LXIV.	Densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas y dos tiempos de extracción	94
LXV.	Índice de refracción del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas y dos tiempos de extracción	94
LXVI.	Modelo matemático y coeficiente de correlación de densidad del absoluto de rosa (<i>Rosa sp.</i>) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción.....	95
LXVII.	Modelo matemático y coeficiente de correlación de índice de refracción del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, a 25 °C en función del tiempo de extracción.....	96

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R^2	Coefficiente de correlación
ρ	Densidad
σ	Desviación estándar
€	Euros
F	Factor de Fisher
g	Gramo
g/mL	Gramo sobre mililitro
I. R.	Índice de refracción
Kg	Kilogramo
Kg/L	Kilogramo sobre litro
L	Litro
mL	Mililitro
min	Minuto
%	Porcentaje
Q	Quetzales
SSE	Suma de cuadrados para el error
SSA	Suma de cuadrados para tratamientos A
SSB	Suma de cuadrados para tratamientos B
SST	Suma de cuadrados totales
T	Totales

GLOSARIO

1,8-cineol	Éter cíclico y monoterpenoide, también conocido como eucaliptol debido a su principal procedencia de las hojas de eucalipto. Es miscible en alcohol, su olor varía entre el de la menta y el de la trementina. Se utiliza en perfumería, medicina y para la flotación de minerales.
2-feniletanol	Alcohol primario aromático, oleoso, líquido e incoloro y es relativamente abundante en la naturaleza. Es un producto de la degradación de los fenilpropanoides.
Absoluto	Producto de flores y plantas que producen poca esencia en sus órganos reproductores, por lo que no es posible obtener la esencia por destilación de agua, sino que se obtiene purificando una sustancia pastosa, conocida como concreto, con un alcohol fuerte.
Coefficiente de correlación	Es la medida de la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas y es independiente de la escala de medida de las variables.
Concreto	Masa resultante de una extracción sólido-líquido con solvente, regularmente hexano, el cual contiene

componentes aromáticos y otras sustancias solubles como ceras y pigmentos.

Cromatografía Método físico de separación basado en la distribución de los componentes de una mezcla entre dos fases inmiscibles, una fija o estacionaria y otra móvil.

Factor de Fisher También conocido como factor F, utilizado en el análisis de varianza (ANDEVA) para comparar un valor calculado y uno crítico para la toma de decisión de la hipótesis.

Densidad Propiedad intrínseca de la materia que define la cantidad de masa de una sustancia por la unidad de volumen que ocupa.

GC-MS *Gas chromatography - mass spectrometry*, por sus siglas en inglés. Combinación de cromatografía gaseosa con un acoplamiento a una espectrometría de masas, que da lugar a una técnica combinada que permite la separación e identificación de mezclas complejas

Índice de refracción Es el que determina la diferencia entre el ángulo de incidencia y el de refracción del haz de luz de una sustancia (antes y después de ingresar al nuevo material).

Maceración dinámica	Método de extracción vegetal en el que las materias primas son empapadas en un solvente, para que sus membranas celulares sean rotas y el solvente absorba la esencia por medio de una agitación.
Oleoresina	Líquido muy viscoso o sustancia semisólida. Constituye la verdadera esencia de las especias en su forma más concentrada y contienen gran variedad de compuestos volátiles y no volátiles.
Reactor CSTR	Reactor químico continuo de tanque agitado que trabaja en estado estacionario y sus propiedades no varían con el tiempo. Supone la máxima conversión al momento que los reactivos ingresan al tanque.
Rendimiento extractivo másico	Coeficiente dado por la relación de cantidad de masa del producto obtenido y la cantidad de masa alimentada para su producción.
Reóstato	Instrumento que consiste en la regulación de la intensidad de corriente a través de la carga, de forma que se controla la cantidad de energía que fluye hacia la misma.
Rosa San Juan	Variedad de rosa perteneciente al grupo de rosas grandifloras que se caracterizan por presentar sus flores con formato igual pero de tamaño más pequeño y flores agrupadas. Cuenta con un proceso de producción relativamente corto y menor costo de

producción y cultivo acelerado. Presenta mayor presencia de aroma.

Rosa Véndela

Especie de rosa originaria de Alemania, se trata de una de las principales variedades de color blanco comercializadas en la zona europea, con proceso de producción largo y cuidadoso.

Varianza

Es una medida estadística de dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media y está medida en unidades distintas de las de la variable trabajada.

RESUMEN

La presente investigación, a nivel de trabajo de graduación, evaluó el rendimiento y calidad del absoluto obtenido de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y variedad San Juan a escala laboratorio, con materia prima de desecho de la actividad de decoración floral, llevando a cabo una extracción sólido-líquido con hexano para la obtención de concreto de rosa y posteriormente una extracción líquido-líquido para la obtención del absoluto de rosa.

El análisis del rendimiento extractivo del absoluto de rosas de variedad Véndela y San Juan se llevó a cabo con variables independientes de tiempo de 2 horas y 4 horas, y temperatura de 25 y 35 °C, formando 8 diferentes tratamientos para las que se realizaron aleatoriamente 3 repeticiones de cada una, dando un total de 24 extracciones a escala laboratorio.

Las extracciones sólido-líquido para la obtención del concreto de rosa se realizaron por medio de una maceración dinámica con agitador de aspas en un reactor CSTR enchaquetado de 1 L de capacidad, utilizando lotes de 150 g de pétalos de rosa en 900 mL de hexano como solvente, atendiendo la relación establecida de 1:6 masa/volumen.

El absoluto de pétalos de rosa se llevó a cabo por medio de una destilación líquido-líquido del concreto de rosas y etanol anhidro, en una relación másica de 1:8, por medio de maceración estática trabajada a temperatura aproximada de 10 °C por 24 horas para la eliminación de componentes cerosos y pigmentos. Posteriormente, se llevó a cabo la

separación del etanol anhidro del absoluto de rosas por medio de un sistema de presión reducida con el equipo de rotavaporación, recuperando el solvente para su reutilización.

A los absolutos obtenidos de los 8 tratamientos estudiados se les evaluó la composición química, por medio de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS), así como la densidad y el índice de refracción de cada uno.

Se determinó el rendimiento mayor para 4 horas y 35 °C de extracción para ambas variedades, siendo de 0,97 % para rosa variedad Véndela y de 0,96 % para rosa variedad San Juan, con densidades de 0,8799 g/mL y 0,9123 g/mL respectivamente con un índice de refracción de 1,500 para rosa variedad Véndela y 1,5020 para rosa variedad San Juan.

OBJETIVOS

General

Analizar el rendimiento y calidad del absoluto obtenido de los pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan a escala laboratorio, utilizando como solvente etanol anhidro, como aprovechamiento de los residuos provenientes de la decoración floral de eventos.

Específicos

1. Evaluar el rendimiento extractivo del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, utilizando como solvente etanol anhidro a escala laboratorio a dos diferentes tiempos de extracción (2 horas y 4 horas).
2. Evaluar el rendimiento extractivo del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, utilizando como solvente etanol anhidro a escala laboratorio a dos diferentes temperaturas (25 °C y 35 °C).
3. Evaluar el contenido de citronelol presente en el absoluto de rosas obtenido para la especie de rosa Véndela y rosa de San Juan en los diferentes tiempos de extracción.
4. Evaluar el contenido de geraniol presente en el absoluto de rosas, obtenido para la especie de rosa Véndela y rosa de San Juan en los diferentes tiempos de extracción.

5. Caracterizar fisicoquímicamente el absoluto de rosa obtenido de dos variedades de rosa a dos diferentes tiempos de extracción (2 horas y 4 horas) y a dos diferentes temperaturas (25 °C y 35 °C).

Hipótesis

Es factible evaluar el rendimiento extractivo de absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan, contenido de citronelol y geraniol en el absoluto obtenido de los pétalos de la flor mediante el método de extracción por solvente a escala laboratorio.

Hipótesis estadística

Hipótesis nula

Ho1: no existe diferencia significativa en el rendimiento del absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa* sp.) trabajada en los diferentes tiempos de extracción.

Ho2: no existe diferencia significativa en el rendimiento del absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa* sp.) trabajada a las diferentes temperaturas evaluadas.

Ho3: no existe diferencia significativa en la densidad en el absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa* sp.) trabajadas.

Ho4: no existe diferencia significativa en el índice de refracción en el absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa* sp.) trabajadas.

Hipótesis alternativa

Hi1: existe diferencia significativa en el rendimiento del absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa sp.*) trabajadas en los diferentes tiempos de extracción.

Hi2: existe diferencia significativa en el rendimiento del absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa sp.*) trabajadas a las diferentes temperaturas evaluadas.

Hi3: existe diferencia significativa en la densidad en el absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa sp.*) trabajadas.

Hi4: existe diferencia significativa en el índice de refracción en el absoluto obtenido de las dos variedades de rosas (*Rosa sp.*) trabajadas.

INTRODUCCIÓN

El enfoque principal de este trabajo se basa en la evaluación del rendimiento extractivo y de la calidad del absoluto de materias vegetales, además de determinar la influencia que tiene sobre estos resultados los factores externos como la temperatura y el tiempo de extracción, trabajado a escala laboratorio.

A través de los años, los productos de origen vegetal han tomado una gran importancia para diferentes industrias y Guatemala, siendo un país de gran riqueza en flora, se convierte en foco de muchas de estas industrias debido a su gran variedad de plantas y productos de origen natural, ya que, a pesar de ser una región tan pequeña en comparación con otros países, cuenta con un sinfín de microclimas que hacen posible la existencia de muchas especies diferentes.

Los aceites esenciales, aceites fijos, oleorresinas y absolutos, hasta hace unos años, eran poco explorados en Guatemala. Sin embargo, el aprovechamiento de todos los recursos naturales de la región ha hecho que este sea un tema de interés entre los investigadores del área, como el caso específico del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) que se ha dedicado desde hace varios años a estudios de este tipo, haciendo valiosas aportaciones a industrias importantes del país.

El caso del absoluto de rosa ha sido muy poco explorado en Guatemala. Sin embargo, es un componente principal en la industria de perfumería y aromaterapia, cuyos principales productores y plantas se encuentran en el

oriente europeo por las características que presentan las flores de la región, principalmente por su composición química.

La rosa producida en Guatemala es cultivada con fines ornamentales, por lo que su proceso de producción está basado fundamentalmente en tamaño y apariencia física de la flor, no buscando modificar su composición química con algún tipo de tratamiento.

La obtención del absoluto de rosa es un proceso largo que debe pasar por la extracción del concreto previa a la extracción de absoluto. Esta extracción se realiza por medio del método de destilación sólido-líquido por solvente, como en el caso de las oleorresinas. El arrastre de vapor no resulta funcional porque se pierden demasiadas propiedades de la materia prima y la extracción por medio de fluidos supercríticos es un método sumamente caro que en Guatemala aún no realiza. El concreto obtenido es convertido a absoluto por medio de la adición de alcohol anhidro, cuyo fin es eliminar todos los componentes cerosos que quedan en el concreto y así separarlos del absoluto buscado.

Actualmente, el campo de los aceites esenciales y productos vegetales ha ido en crecimiento, por lo que pensar en la optimización de métodos para la obtención de los mismos se vuelve cada vez de mayor importancia, aún más porque en Guatemala no se trabaja con la tecnología de punta.

1. ANTECEDENTES

El estudio de las fragancias y aceites esenciales con fines aromáticos es un tema que no se ha trabajado como investigación del grado de tesis en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por lo que se convierte en un tema novedoso a tratar, con el compromiso de marcar los primeros antecedentes dentro de la Facultad.

Sin embargo, se han realizado diversos estudios e investigaciones sobre diferentes extracciones de aceites esenciales en la Facultad de Ingeniería, los cuales han sido obtenidos y caracterizados por varios métodos, tanto a escala laboratorio como escala planta piloto.

En el 2005, Vilma Lisseth Tol Hernández realizó, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, la investigación de trabajo de graduación *Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de la citronela (Cymbopogan winteriana jowitt) en función de la concentración de geraniol obtenido por medio de la extracción por arrastre con vapor y maceración*, la cual presentó resultados de 0,3382 % de porcentaje de extracción para el método sin maceración y 0,4220 % al aplicarle maceración al método de arrastre con vapor. Por medio de la cromatografía gaseosa logró caracterizar que los componentes principales de los aceites eran geraniol, citronelal y citronelol, componentes que contribuyen al olor de las rosas.

En el 2005, Sergio Iván Lima Aguirre llevó a cabo el estudio *Análisis de los rendimientos obtenidos de dos especies de eucalipto trabajados en seco a nivel laboratorio y a nivel planta piloto en la extracción de su aceite esencial*, en

la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En este estudio se varió los tiempos de extracción a escala planta piloto y a nivel laboratorio se mantuvo constante el tiempo y la temperatura de extracción, dando como resultado un rendimiento del 2,95 % para la especie *Eucaliptus cinerea* y un porcentaje de rendimiento de 0,63 % para especie *Eucaliptus globulus*. Al mismo tiempo se determinó, en el estudio a escala planta piloto, que para la especie *Eucaliptus cinerea* el tiempo óptimo de extracción era de 1,88 horas, mientras que para la especie *Eucaliptus globulus* el tiempo óptimo de extracción era de 1,70 horas. Datos relevantes al momento de establecer el estudio trabajado a escala planta piloto.

Igualmente en el 2005, pero en la Pontificia Universidad Católica de Chile, Manuel Adrián Vergara Lazen realizó un proyecto de investigación en el cual se evalúa el aceite esencial de una flor. Sin embargo, no se enfoca el tema en la obtención del aceite, sino en la determinación de los componentes presentes en él. Este proyecto de investigación es *Caracterización del aceite esencial de la lavanda (Lavandula angustifolia Mill) por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa, en distintas localidades de la décima Región de Chile*, en el se llevó a cabo una caracterización de los componentes del aceite esencial por medio de la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masa, el cual es el mismo método que se pretende utilizar en la presente investigación.

En el 2007, Glendy Rocio Alvarado Pineda, también en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó la investigación *Determinación del rendimiento del aceite esencial de las flores de manzanilla (Matricaria recutita L.) en función de la altura sobre el nivel del mar a nivel laboratorio*, estudio basado en la parte floral de una planta, cuyos resultados fueron caracterizados por medio de cromatografía gaseosa. Esta

investigación utilizó el método de arrastre directo con vapor, con variaciones de la altura sobre el nivel del mar en que fue cultivada la manzanilla a utilizar.

En el 2008, en Bucaramanga, Colombia, Alejandro García Ríos de la Universidad Industrial de Santander realizó un trabajo de investigación a nivel de maestría *Análisis de extractos y fracciones volátiles obtenidos de flores y rizomas de Hedychium coronarium Köern (Familia Zingiberacea)*. Esta investigación aplicó diversos métodos para la obtención de las fracciones volátiles, como la hidrodestilación asistida por la radiación de microondas, destilación-extracción simultánea con solvente, extracción con fluidos supercríticos y microextracción en fase sólida en modo *headspace*. La caracterización para la determinación de los componentes y porcentajes en cada uno de los métodos fue llevada a cabo a través de cromatografía gaseosa de alta definición acoplada a los detectores de ionización en llama o espectrométrico de masas. Esta investigación abarcó un campo de trabajo significativamente amplio.

Igualmente en el 2008, pero en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Jorge Arturo Mazariegos Monterroso presentó la investigación titulada *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 acoplado a espectrometría de masas*. Esta investigación de caracterización de los componentes de diferentes variedades de mandarina, determinó una mayor presencia del hidrocarburo monoterpénico limoneno. Sin embargo, en cada una de las muestras, se calculó que poseían alrededor de 27 compuestos diferentes. Este estudio involucra, de manera

primordial, el método de caracterización de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas.

En el 2013, Wagner Beethoven Alonzo Monterroso de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizó el estudio de tesis *Evaluación del rendimiento extractivo, rendimiento volumétrico y contenido de α -pineno del aceite esencial de las hojas de ciprés (*Cupressus lusitánica Mill*) en base a tres niveles altitudinales obtenido mediante el método de hidrodestilación a escala laboratorio*. En este estudio hubo variación del nivel altitudinal de origen de la materia prima, y se utilizaron cuatro tiempos de extracción y tres repeticiones para cada uno de los tratamientos, dando como resultado un total de 36 muestras diferentes. Para cada una de ellas se determinó que el mayor porcentaje extractivo se presentaba para el nivel altitudinal más alto, mientras que el mayor contenido de α -pineno era obtenido en los de menor nivel altitudinal.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Transferencia de masa

Un sistema con dos o más constituyentes cuyas concentraciones varían de un punto a otro presentan una tendencia natural a transferir materia, haciendo mínimas las diferencias de concentración dentro del sistema. Este fenómeno se llama transferencia de masa o materia.

La transferencia de masa cambia la composición de soluciones y mezclas mediante métodos que no implican necesariamente reacciones químicas y se caracteriza por transferir una sustancia a través de otra a escala molecular. Esta transferencia se produce cuando las concentraciones no son uniformes. Cuando se ponen en contacto dos fases que tienen diferente composición, la sustancia que se difunde abandona un lugar de una región de alta concentración y pasa a un lugar de baja concentración.

La transferencia de masa por difusión molecular es el tránsito de masa como resultado de una diferencia de concentración en una mezcla. Con el propósito de llevar a cabo estas evaluaciones, en los fenómenos de la materia es importante tener claro las definiciones de: concentración, velocidad y flujo.

2.1.1. Concentración

Es la relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de solvente.

2.1.2. Velocidad

Expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo. Existen dos tipos de velocidad: velocidad media másica y la velocidad media molar.

2.1.3. Flujo

Se refiere al movimiento del fluido, el cual puede ser de dos tipos: flujo másico o flujo molar.

El flujo másico o molar de la especie i es una magnitud vectorial que representa la masa o los moles de la especie i que cruzan la unidad de área en la unidad de tiempo.

2.2. Ley de Fick

El proceso de transferencia molecular de masa, al igual que la transferencia de calor y de momento, están caracterizados por el mismo tipo general de ecuación.

De manera análoga a la definición de la viscosidad μ en fluidos newtonianos como el factor de proporcionalidad entre el flujo de cantidad de movimiento (τ) y el gradiente de velocidad (ley de Newton), y la conductividad térmica k como el factor de proporcionalidad entre el flujo de calor y el gradiente de temperatura (ley de Fourier), se ha determinado que existe un factor de proporcionalidad entre el flujo de materia molecular o difusivo y el gradiente de concentración. Este factor de proporcionalidad se denomina difusividad y la expresión para sistemas binarios viene dada por la denominada primera ley de Fick.

En esta ecuación, la velocidad de transferencia de masa depende de una fuerza impulsora, la diferencia de concentración, sobre una resistencia que indica la dificultad de las moléculas para transferirse en el medio. Esta resistencia se expresa como una constante de proporcionalidad entre la velocidad de transferencia y la diferencia de concentraciones denominada: difusividad de masa. Un valor elevado de este parámetro significa que las moléculas se difunden fácilmente en el medio.

La ecuación que rige la transferencia de masa, también denominada Ley de difusión de Fick, se expresa de la siguiente manera:

$$J = N/a = - D * (dC/dy)$$

Donde:

J: el flujo másico del componente A

N: velocidad de transferencia de materia del componente A

A: área a través de la cual se produce la transferencia de materia

D: coeficiente de difusión binario o difusividad del componente A en una mezcla de A y B

C: concentración del componente A e y la distancia

dC/dy: el gradiente de concentración o variación de la concentración de A con la distancia

El flujo másico se define como la velocidad de transferencia de materia por unidad de área perpendicular a la dirección del movimiento.

2.3. Clasificación de la transferencia de masa

El mecanismo de transferencia de masa depende de la dinámica del sistema en que se lleva a cabo. Existen dos tipos de transferencia de masa, la transferencia de masa molecular y la transferencia de masa convectiva.

Usualmente, ambos mecanismos actúan simultáneamente. Sin embargo, uno puede ser cuantitativamente dominante y por lo tanto, para el análisis de un problema en particular, es necesario considerar solo a dicho mecanismo. La transferencia de masa en sólidos porosos, líquidos y gases sigue el mismo principio descrito por la ley de Fick.

2.3.1. Transferencia de masa molecular

La masa puede transferirse por medio del movimiento molecular fortuito en los fluidos (movimiento individual de las moléculas), debido a una diferencia de concentraciones. La difusión molecular puede ocurrir en sistemas de fluidos estancados o en fluidos que se están moviendo.

2.3.2. Transferencia de masa convectiva

La masa puede transferirse debido al movimiento global del fluido. Puede ocurrir que el movimiento se efectúe en régimen laminar o turbulento. El flujo turbulento resulta del movimiento de grandes grupos de moléculas y es influenciado por las características dinámicas del flujo, tales como densidad, viscosidad, entre otras. La transferencia de materia por convección puede ser mayor si se aumenta el área disponible para la transferencia de materia, si se aumenta la diferencia de concentración entre el seno del fluido y la interface o si se aumenta el coeficiente de transferencia de materia.

2.4. Oleorresina

Son líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas. Constituyen las verdaderas esencias de las especias en su forma más concentrada y contienen gran variedad de compuestos volátiles y no volátiles. Además, son los sustitutos preferidos de las especias tradicionales en las industrias de alimentos.

Las oleorresinas se producen mediante la extracción de los compuestos aromáticos de las especias deshidratadas con solventes orgánicos.

Los compuestos volátiles y no volátiles extraídos de las especias, representan el sabor completo de la especia fresca en una forma concentrada. Por esta razón, las oleorresinas son el extracto de especias preferido para saborizar productos.

2.5. Aceite esencial

Es una mezcla de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas, que dan el aroma característico a algunas flores, árboles, frutos, hierbas, especias, semillas y a ciertos extractos de origen animal (almizcle, civeta, ámbar gris). Se trata de productos químicos intensamente aromáticos, no grasos (por lo que no se enrancian), volátiles por naturaleza (se evaporan rápidamente) y livianos (poco densos). Son insolubles en agua, levemente solubles en vinagre y solubles en alcohol, grasas, ceras y aceites vegetales.

2.6. Concreto

Es una sustancia procedente de flores destiladas con disolventes (benzeno que es alergénico, hexano o cloruro de metileno) que no se puede

destilar con agua. Al evaporarse y enfriarse el disolvente, se obtiene una manteca o crema olorosa que es el concreto. No se recomienda su uso terapéutico ya que contiene residuos del disolvente y las proporciones de los elementos que la constituyen varían en cada destilación. Es el que más se utiliza para perfumería.

2.6.1. Absolutos

Son el producto de flores y plantas que elaboran poca esencia en sus órganos reproductores, por lo que no es posible obtener la esencia por destilación de agua. El absoluto se obtiene purificando una sustancia pastosa, conocida como concreto, con un alcohol fuerte. El concreto se macera en alcohol y después se destila para tener como resultado el absoluto. No son aceites esenciales en sí, pero poseen un importante valor a nivel olfativo, debido al gran aroma que desprenden en una débil dilución.

El aceite esencial dentro de la planta se encuentra confinado en un tejido al cual se le denomina micela. De lo contrario, podría tener influencia en la transpiración de la planta e inhibir la formación de clorofila; esto es perjudicial o beneficioso, dependiendo del tipo de planta. Los aceites esenciales generados por la planta son de diferentes utilidades, según su género, especie o variedad.

Cuando los aceites se mezclan unos con otros también se están mezclando sus beneficios. Algunas veces, al mezclar aceites con propiedades diferentes se ocasionan reacciones químicas en ellos. Las mezclas de aceites pueden enriquecer algunas propiedades o producir nuevas características.

En la antigüedad, se llamaban la quinta esencia de las plantas y los alquimistas los usaban en medicinas. Los aceites son altamente concentrados y

literalmente representan la vida de la planta, la energía esencial de la planta. Son muy volátiles, no grasosos y pueden ser afectados fácilmente por la luz y la temperatura.

2.6.1.1. Composición química

La composición química de los aceites esenciales es variada, en una misma especie la composición cambia. Se pueden encontrar más de cincuenta compuestos químicos en una planta, en proporciones considerables para ser tomados en cuenta como componentes importantes del aceite. Hay componentes químicos cuya cantidad presente en el aceite esencial no es considerable cuantitativamente, pero influyen cualitativamente.

Se ha encontrado que los aceites esenciales contienen principalmente estos compuestos orgánicos líquidos, más o menos volátiles. La gran variedad de compuestos que se encuentran contenidos en los aceites esenciales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Éteres: cíñelo, éter interno (eucapliptol), anteol, safrol.
- Lactonas: cumarina
- Terpenos: canfeno, pineneo, limoneno, felandreno, cedreno.
- Hidrocarburos: cimeno, estireno (fenil etileno).
- Ésteres: principalmente ácido benzoico, acético, salicílico y cinámico.
- Alcoholes: linalol, geraniol, citronelol, terpinol, mentol, borneol.
- Ácidos: benzoico, cinámico, mirístico, isovalérico; todos en estado libre.
- Fenoles: eugenol, timol, carvacrol.
- Cetonas: carvona, mentona, pulegona, irona, fenchona, tujona, alcanfor, metil nonil cetona, metil heptanona.
- Aldehídos: citral, citronela, benzaldehído, cinamaldehído, aldehído cumínico, vainilla.

2.6.1.2. Fuente de obtención

Los aceites absolutos se obtienen de las plantas a través de extracciones por solventes orgánicos. Estos solventes son destilados, dejando una pasta espesa conocida como concreto. La ceras que hacen el concreto tan viscoso son posteriormente removidas, dejando el absoluto.

2.6.1.3. Propiedades

Existe una diversidad de propiedades de los absolutos, las cuales, en muchos aspectos, son muy parecidas a las de los aceites esenciales. Entre estas propiedades se pueden mencionar:

- **Fisicoquímicas:** las propiedades fisicoquímicas de los aceites esenciales, absolutos o esencias son muy diversas, puesto que el grupo engloba sustancias muy heterogéneas. En ellas puede encontrarse solo un compuesto, como es el caso de la gaulteria o la canela, o más de 30 compuestos, como en la de jazmín o en la de manzanilla.
- **Medicinales:** además de hidratar y nutrir en superficie, lo más importante de los absolutos son sus virtudes relajantes, tonificantes o descongestivas, captadas al instante por el olfato y que constituyen toda una ciencia curativa.

El potencial de los absolutos tiene una correspondencia directa con la fitoterapia y las propiedades de las plantas medicinales. Entre las propiedades medicinales de los aceites están:

- Contrarrestar el insomnio

- Reducir el estrés
- Disminuir la ansiedad
- Aliviar el dolor
- Quitar la depresión
- Aumentar las defensas inmunológicas
- Corregir problemas estomacales crónicos
- Higienizar una habitación, ropa o artículos personales de la persona enferma
- Evitar contagios
- Despejar las vías respiratorias
- Aumentar las defensas del organismo
- Fluidificar las secreciones
- Mejorar el sistema inmune
- Calmar la tos
- Dolor de garganta

2.6.1.4. Almacenamiento

Como los absolutos, al igual que los aceites esenciales, son muy sensibles al calor, la luz y la humedad, es importante guardarlos en frascos de cristal oscuro y con cierre hermético. Como también son muy volátiles, debe cerrarse bien el frasco que las contengan luego de su uso y, sobre todo, no se deben guardar en botellas de plástico.

Se deben conservar siempre a temperatura ambiente. Los aceites de neroli, rosa, jazmín y los de cítricos deben guardarse en la nevera, pero al usarlos se deben sacar antes para emplearlos a temperatura ambiente. No intentar calentarlos en baño de María, es mejor sacarlos con antelación de la

nevera para que vayan alcanzando la temperatura adecuada, también, si se quiere, se pueden calentar con el calor de las manos.

Los aceites esenciales de buena calidad pueden conservarse durante varios años, aunque varían de unos a otros. Por regla general, los aceites de cítricos se conservan durante 2 años, los de madera se conservan prácticamente para siempre, los de flores y hierbas se conservan de 3 a 4 años; esto es en estado puro sin mezclas, por eso es aconsejable hacer la mezcla en el momento de usarlo.

2.6.1.5. Aplicaciones

Los absolutos generalmente se usan por su gran poder terapéutico e intenso perfume. Son ideales para utilizarse en alta perfumería y deben emplearse en bajas concentraciones. Usualmente son más caros que los aceites esenciales.

- Desodorantes ambientales: existe en el mercado una amplia variedad de productos para llenar el espacio de una habitación u oficina con el aroma de los aceites esenciales. Estos productos, llamados difusores o atomizadores, esparcen los aceites esenciales formando una nube de diminutas partículas. Estos difusores pueden ser de utilizados en casos de afecciones respiratorias o, simplemente, para llenar el aire con una fragancia ya sea calmante o estimulante.
- Perfumería: en esta preparación se mezclan los aceites esenciales en alcohol. Se emplean 10 gotas por cada 100 mililitros de alcohol de perfumería. Su principal uso es mejorar el estado emocional, rodeando a la persona de los aromas que más le agradan. También pueden mezclarse aceites esenciales que tienen uso como desinfectantes.

- Aromaterapia: es la terapia que utiliza aromas que provienen de la naturaleza, plantas, flores, arbustos, con fines curativos. Los absolutos serán los encargados de transmitir las propiedades naturales por medio de aplicaciones y tratamientos.

La facilidad de absorción de la piel permite que los componentes activos penetren directamente en el organismo, mejorando el sistema y actuando sobre la circulación sanguínea, los tejidos, los órganos, entre otros, aliviando las diferentes dolencias, tanto físicas como psicológicas.

- Masajes: para la utilización de los absolutos y aceites esenciales en los masajes, se deben tomar en cuenta los aspectos que se desean mejorar con esta práctica, ya que cada aceite tiene diferentes propiedades y beneficios, como para problemas físicos, estados de ánimo o prevenir enfermedades que se dan por causa de cambios estacionales.
 - Masaje deportivo: utiliza una combinación de aceite de romero, jengibre y lemongras, proporcionando energía, fortaleciendo los músculos. Es ideal para cualquier precompletición.
 - Masaje de espalda y cuello: utiliza una combinación de aceite de lavanda, jengibre y vetiver, este proporciona elasticidad, disminuye la rigidez y el dolor.
 - Masaje de pecho y vías respiratorias: es una combinación de aceite de limón, incienso y cedro, que es excelente para aliviar la congestión y los resfriados.
 - Masaje de pies: utiliza una combinación de aceite de menta,

pimienta y lavanda. Es utilizado para pies cansados o dolores de pie, proporciona frescor y descanso.

- Otros usos: son utilizados también para la preservación de algunos alimentos, principalmente la carne. También son utilizados para la confección de insecticidas y acaricidas ecológicos, como sustitutos de otros productos químicos dañinos al ambiente.

2.7. Métodos de extracción vegetal

Debido a que no todos los aceites esenciales se obtienen de la misma manera, es necesario conocer las características de las materias primas y la forma en que se obtendrán los absolutos. Para satisfacer las condiciones de multifuncionalidad, economía, fiabilidad, resistencia a la temperatura y calidad de los aceites esenciales, es necesario conocer los siguientes factores.

La materia prima empleada en la extracción de los aceites esenciales se clasifica de la siguiente manera:

- Semillas y frutos
- Hierbas y hojas
- Flores y pétalos
- Racimos y rizomas

Generalmente, las semillas, frutos, racimos y rizomas no se degradan pasado el almacenamiento. Las hierbas, hojas y flores para el corte no prevenido entre el almacenamiento y conservación se degradan, por lo tanto es necesario un período corto en la recolección. Para la mejor extracción del aceite esencial, el intervalo de tiempo entre el proceso de recolección y el proceso de

obtención del aceite debe ser de diez a treinta horas. A ciertas materias vegetales se les debe reducir el tamaño para favorecer la obtención del aceite, por lo cual deben utilizarse molinos y cortadoras.

Los aceites esenciales se pueden extraer del material vegetal, a través de cinco métodos: destilación, lixiviación, enfloración, maceración y expresión. Las variaciones de estos métodos son consideradas, algunas veces, independientes, pero solo son modificaciones como: condiciones del extracto, combinación de dos de ellos, como extrusión con lixiviación, entre otros.

La destilación posee variaciones, entre ellas el de arrastre por vapor, la hidrodestilación, la combinación entre ambas, entre otras.

2.7.1. Destilación

La destilación puede ser definida como la separación de los componentes de una mezcla de dos o más líquidos en virtud de sus presiones de vapor. Consiste en extraer los aceites esenciales mediante vapor de agua, el cual pasa a través del material vegetal arrastrando las partículas de aceite esencial.

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 1 %, es decir, destilando 100 Kg de hierba fresca, se obtiene menos de 1 Kg de aceite esencial. Esto no solo obliga a optimizar la destilación, sino a contar con muchas toneladas de hierba a destilar, inclusive con muchas personas que

provean la hierba. Del vapor condensado se debe separar la fase de agua y la fase de aceite por diferencia de densidad, utilizando el método de la decantación. A continuación se explican las variaciones de este método.

2.7.1.1. Hidrodestilación

En este método, el material vegetal está en contacto directo con agua hirviendo. Primero se coloca el material vegetal en un recipiente y se inunda con agua. Luego, se suministra calor, para generar vapor, el cual está en íntimo contacto con el material vegetal, conduciéndolo después al condensador.

En este método, el tamaño de la partícula puede ser de un tamiz muy pequeño sin que exista riesgo de que el vapor lo arrastre, ya que al ser generado el vapor en el mismo recipiente, su presión es menor que la del vapor generado en una caldera. La desventaja de baja presión se compensa al reducir el tamaño de las partículas del material vegetal a un tamiz menor que el utilizado en el método anterior, exponiendo de esta manera una mayor cantidad de micelas que contienen el aceite esencial.

2.7.1.2. Arrastre con vapor directo

Consiste en poner en contacto vapor seco, generado en una caldera, con el material vegetal preparado, para posteriormente condensar el vapor. En algunos casos, se introduce vapor recalentado a presión ligeramente superior a la atmosférica. Este método ofrece la ventaja que el vapor de agua se introduce en el material vegetal a mayor presión, pudiendo, de esta manera, romper con facilidad las micelas donde se encuentra confinado el aceite esencial. Tiene la desventaja de no poder reducir de tamaño las partículas a tamices muy pequeños, ya que el vapor arrastraría el material vegetal contaminando el condensado.

2.7.1.3. Destilación mixta

Cuando este método de destilación es utilizado, el material se coloca sobre una red perforada o una reja insertada a una distancia sobre el fondo del destilador. La parte baja del destilador se llena con agua a un nivel un poco debajo de la red y el agua puede ser calentada por alguno de los métodos previamente mencionados. Las características típicas de este método son:

- El vapor está siempre saturado, húmedo y nunca sobrecalentado.
- El material está en contacto solamente con el vapor y no con el agua hirviendo.

Si se comparan los principios fundamentales de la destilación de los líquidos inmiscibles, poca diferencia puede haber entre estos tres métodos de destilación con agua, pero en la práctica intervienen factores importantes. El aceite esencial no está distribuido por igual en el material de la planta, sino que está en muchas pequeñas glándulas de aceite, sacos odoríferos o pelos glandulares. Para que el vapor esté en contacto con el aceite, se debe desgarrar los tejidos y romper las membranas de las glándulas o hacer que el aceite se difunda a través de esas membranas. Este proceso complejo de difusión y ósmosis recibe el nombre de hidrodifusión. La destilación con vapor recalentado tiende a impedir la hidrodifusión; la destilación en agua la facilita.

2.7.2. Extracción por solvente

Consiste en la extracción del aceite esencial mediante solvente. Se coloca el material vegetal en un recipiente y se inunda con el solvente, produciéndose la difusión del aceite hacia el solvente. Luego de un tiempo, se separa el solvente del material vegetal por medio de una filtración. Después, el

aceite esencial se separa del solvente mediante destilación al vacío. Este método se basa en la afinidad que poseen los componentes del aceite esencial con los solventes apolares.

Los aceites esenciales pueden ser extraídos mediante el uso de disolventes tales como éter de petróleo, metanol, etanol o hexano y se utiliza a menudo en materiales frágiles, tales como jazmín, rosa, narciso y otras flores, que no serían capaces de soportar el calor de la destilación de vapor.

Aunque la extracción con disolventes se utiliza ampliamente, algunas personas no creen que se deba utilizar para los aceites de aromaterapia ya que un residuo de solvente podría estar presente en el producto acabado.

Algunos informes expresan que un residuo de disolvente de 6 % - 20 % queda aún presente en la extracción final, pero este era el caso cuando el benceno era el disolvente estándar utilizado.

Con hexano (un hidrocarburo) como el material disolvente, el residuo de se reduce a aproximadamente 10 ppm y esta es una muy baja concentración de disolvente en el producto resultante.

Después de que el material vegetal ha sido tratado con el solvente, se produce un compuesto aromático ceroso conocido como concreto, el cual es luego refinado por medio de alcohol, para la obtención del absoluto.

La extracción con solventes es especialmente adecuada para material botánico que tiene un muy bajo rendimiento de aceite esencial, o para material cuyos componentes son resinosos en su mayoría y que ofrece una fragancia mucho más fina que la de la destilación.

Durante este tipo de extracción, componentes no volátiles del material botánico, como como ceras y pigmentos, son extraídos (sustancias que le dan la consistencia pastosa al concreto). Estos deben ser eliminados en un proceso posterior.

2.7.3. Maceración

Con el método de extracción por maceración, las flores son empapadas en aceite caliente para que sus membranas celulares se rompan y el aceite caliente absorba la esencia. Luego, el aceite es aclarado y decantado.

Esta es la misma técnica utilizada en extracciones con solvente, donde se utilizan disolventes para extraer el absoluto en lugar del aceite caliente, como se usa en la maceración.

2.7.4. Expresión

La mayoría de las esencias de cítricos se extraen por medio de expresión. En el pasado se hacía a mano, extrayendo la pulpa del fruto con la corteza y la médula, luego se sumergían en agua caliente para hacer la corteza más flexible, ya que la médula de la fruta absorbe el agua.

Después de que la fruta haya absorbido el agua y sea más elástica, se invierte, lo que ayuda a romper las células de aceite y se coloca una esponja al lado de la corteza. A continuación, se aprieta para liberar el aceite volátil, el cual es recogido en la esponja.

Tan pronto como la esponja se satura con aceite, se aprieta. El aceite esencial es recogido en un recipiente y posteriormente es decantado.

2.7.5. Enfloración

Placas de vidrio en un marco (denominado chasis) están cubiertas con grasas vegetales o animales altamente purificadas y sin olor, los pétalos de la materia botánica que se extraen, se esparcen en ellas y se presionan. Las flores son normalmente recién cortadas para que así quede encerrado en ellas su aceite esencial.

2.7.6. Fluidos supercríticos

El uso de extracción de dióxido de carbono súpercrítico es una manera relativamente nueva de extraer los aceites esenciales a partir de material vegetal y, aunque es un poco caro, proporciona aceites de muy buena calidad.

El dióxido de carbono se convierte en súpercrítico a 33 grados Celsius. Es un estado en el que no es realmente gas o líquido, pero tiene cualidades de ambos. Es un disolvente excelente para utilizar en la extracción de aceites esenciales, ya que su baja temperatura es la necesaria y el proceso resulta casi instantáneo.

El dióxido de carbono es, además, inerte y por lo tanto no interactúa químicamente con la esencia que se está extrayendo. Para eliminar el disolvente dióxido de carbono, solo se debe modificar la presión a la que se mantiene, que es aproximadamente de 200 atmósferas (alrededor de 200 veces la presión atmosférica).

Para lograr este tipo de presión, se necesita de equipo de acero inoxidable de alta resistencia, y es aquí donde se requiere la alta inversión de capital para realizar este método de extracción.

2.8. Caracterización fisicoquímica

Con la caracterización fisicoquímica se logra determinar qué componentes tiene presentes y la cantidad en que se encuentran dentro de un fluido. Para ello es necesario contar con diversos factores, equipos y procedimientos, dependiendo del tipo de sustancia que se analiza.

Puede hacerse a partir del índice de refracción y por cromatografía, dependiendo del tipo de componentes a caracterizar.

2.8.1. Cromatografía

La cromatografía es uno de los principales métodos para la separación de especies químicas estrechamente relacionadas en mezclas complejas. Es un método físico de separación basado en la distribución de los componentes de una mezcla entre dos fases inmiscibles, una fija o estacionaria y otra móvil.

En todas las separaciones cromatográficas, la muestra se disuelve en una fase móvil que puede ser un gas, un líquido o un fluido supercrítico. Esta fase móvil se hace pasar a través de una fase estacionaria inmiscible, la cual se mantiene fija en una columna o sobre una superficie sólida. Las fases se eligen de tal forma que los componentes de la muestra se distribuyan de modo distinto entre la fase móvil y la fase estacionaria. Aquellos componentes que son retenidos con más fuerza por la fase estacionaria se mueven lentamente con el flujo. Por el contrario, los componentes que se unen débilmente a la fase estacionaria, se mueven con rapidez. Como consecuencia de la distinta movilidad, los componentes de la muestra se separan en bandas discriminadas que pueden analizarse cualitativa y cuantitativamente.

2.8.1.1. Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas

La cromatografía de gases es una técnica separativa que permite la dispersión de mezclas muy complejas. Pero una vez separados, detectados, e incluso cuantificados todos los componentes individuales de una muestra problema, el único dato que se dispone 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 se analizan muestras con un número elevado de componentes.

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

Tiene aplicaciones ambientales como pesticidas y herbicidas, para alimentos y aromas como es el caso de los aceites esenciales, para química industrial como alcoholes y componentes orgánicos, en biociencia se usa para drogas y contaminantes de la sangre y también para todos los productos derivados del petróleo.

2.8.1.2. Cromatografía líquida de alto rendimiento

En la cromatografía líquida, la fase móvil es un líquido que fluye a través de una columna que contiene a la fase fija. La separación cromatográfica en la cromatografía de líquidos de alto rendimiento (*high performance liquid chromatography*, HPLC) es el resultado de las interacciones específicas entre las moléculas de la muestra en ambas fases, móvil y estacionaria. A diferencia de la cromatografía de gases, la HPLC no está limitada por la volatilidad o la estabilidad térmica de la muestra.

La HPLC es capaz de separar macromoléculas y especies iónicas, productos naturales lábiles, materiales poliméricos y una gran variedad de otros grupos polifuncionales de alto peso molecular. Con una fase móvil líquida interactiva, otro parámetro se encuentra disponible para la selectividad, en adición a una fase estacionaria activa.

La HPLC ofrece una mayor variedad de fases estacionarias, lo que permite una mayor gama de estas interacciones selectivas y más posibilidades para la separación.

Este tipo de cromatografía es utilizado para fármacos, bioquímica, productos alimenticios, químicos industriales, contaminantes, química forense y medicina química.

2.8.2. Índice de refracción

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. El índice de refracción del material,

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

2.8.3. Densidad

Una de las propiedades de los sólidos, así como de los líquidos e incluso de los gases, es la medida del grado de compactación de un material, lo que corresponde a su densidad.

La densidad es una medida de cuánto material se encuentra comprimido en un espacio determinado; es la cantidad de masa por unidad de volumen.

2.9. Lixiviación

Es un proceso físico de transferencia de materia que ocurre cuando un solvente líquido atraviesa un sólido, produciendo la elusión de algún componente soluble (solute) en dicho sólido.

Durante una lixiviación se deben considerar factores, como el tipo de solvente que debe solubilizar al soluto con el mayor coeficiente de transferencia de masa posible. También la temperatura del proceso, que puede aumentar la solubilidad del soluto haciendo más rápida la extracción, y el tamaño de la partícula del sólido, en el que se deben considerar factores como la porosidad del sólido y la percolación de la solución a través del sólido.

La lixiviación puede realizarse de forma intencional con el propósito de extraer uno o varios solutos de un sólido determinado y, para efectividad, debe existir un contacto íntimo entre el solvente y el soluto contenido en el sólido.

En la industria alimenticia, se puede usar la lixiviación para obtener azúcar de la remolacha usando agua caliente, aceites vegetales a partir de semillas con disolventes orgánicos, colorantes con alcohol y en infinidad de procesos químicos dentro de la industria farmacéutica, metalúrgica y agroindustrial.

En la industria minera, la lixiviación es un proceso simple, efectivo y limpio que se puede aplicar para extraer metales preciosos como el oro y la plata utilizando soluciones básicas cianuradas, metales básicos como el cobre, el plomo o el zinc, utilizando soluciones ácidas o inclusive para aprovechar minerales con contenidos radiactivos como el uranio.

2.9.1. Lixiviación natural

Por ser un proceso físico, ocurre en la naturaleza continuamente cuando una capa de terreno es lavada con agua, disolviendo sales y casi cualquier sólido de forma común en climas húmedos, provocando que los suelos se vuelvan más ácidos y, quizá, originando toxicidad y filtrando los nitratos hacia capas inferiores en el subsuelo.

2.9.2. Biolixiviación

Este tipo de lixiviación se presenta cuando los procesos de lixiviación son asistidos con microorganismos que funcionan como catalizadores de la reacción que se lleva a cabo.

2.10. Extracción sólido-líquido

Operación unitaria cuya finalidad es la separación de uno o más componentes contenidos en una fase sólida, mediante la utilización de una fase líquida o disolvente. El componente o componentes que se transfieren de la fase sólida a la líquida reciben el nombre de soluto, mientras que el sólido insoluble se denomina inerte.

Entre más grande sea la superficie de contacto entre la parte sólida y el líquido que le atraviesa, aumenta la eficiencia de la extracción. Para que se dé esto, es necesario que la parte sólida se someta a un pretratamiento, el cual normalmente es el secado y la molienda de la muestra.

2.10.1. Extracción sólido-líquido discontinua

La separación de una mezcla de compuestos sólidos también se puede llevar a cabo aprovechando diferencias de solubilidad de los mismos en un determinado disolvente. En el caso favorable de una mezcla de sólidos en la cual uno de los compuestos es soluble en un determinado disolvente (normalmente un disolvente orgánico), mientras que los otros son insolubles, se puede hacer una extracción.

Esta consiste en añadir el disolvente a la mezcla contenida en un vaso de precipitados, un matraz o una cápsula de porcelana, en frío o en caliente, se agita o tritura con ayuda de una varilla de vidrio y se separa, por filtración, la disolución que contiene el producto extraído y la fracción insoluble que contiene las impurezas. Si, al contrario, lo que se pretende es disolver las impurezas de la mezcla sólida, dejando el producto deseado como fracción insoluble, el proceso, en lugar de extracción, se denomina lavado.

2.10.2. Extracción sólido-líquido continua

La extracción sólido-líquido suele ser mucho más eficiente cuando se hace de manera continua con el disolvente de extracción caliente en un sistema cerrado, utilizando una metodología basada en la maceración con disolvente orgánico, previamente vaporizado en un matraz y condensado en un refrigerante, de la mezcla sólida a extraer contenida dentro de un cartucho o bolsa de celulosa que se coloca en la cámara de extracción. El paso del disolvente orgánico con parte del producto extraído al matraz inicial, permite que el mismo disolvente orgánico vuelva a ser vaporizado, repitiendo un nuevo ciclo de extracción, mientras que el producto extraído, no volátil, se va concentrando en el matraz.

2.11. Extracción líquido-líquido

Es, junto a la destilación, la operación básica más importante en la separación de mezclas homogéneas líquidas. Consiste en separar una o varias sustancias disueltas en un disolvente por su transferencia a otro disolvente insoluble, o parcialmente insoluble, en el primero. La transferencia de materia se consigue mediante el contacto directo entre las dos fases líquidas. Una de las fases es dispersada en la otra para aumentar la superficie interfacial y aumentar el caudal de materia transferida.

En una operación de extracción líquido-líquido se denomina alimentación, a la disolución cuyos componentes se pretende separar; disolvente de extracción, al líquido que se va a utilizar para separar el componente deseado; refinado, a la alimentación ya tratada y extracto, a la disolución con el soluto recuperado.

2.11.1. Extracción líquido-líquido simple

La extracción líquido-líquido es un método muy útil para separar componentes de una mezcla. El éxito de este método depende de la diferencia de solubilidad del compuesto a extraer en dos disolventes diferentes. Cuando se agita un compuesto con dos disolventes inmiscibles, el compuesto se distribuye entre los dos disolventes. A una temperatura determinada, la relación de concentraciones del compuesto en cada disolvente es siempre constante. Esta constante es lo que se denomina coeficiente de distribución o de reparto ($K = \text{concentración en disolvente 2} / \text{concentración en disolvente 1}$).

Es frecuente obtener mezclas de reacción en disolución o suspensión acuosa (bien porque la reacción se haya llevado a cabo en medio acuoso o bien porque durante el final de reacción se haya añadido una disolución acuosa sobre la mezcla de reacción inicial). En estas situaciones, la extracción del producto de reacción deseado a partir de esta mezcla acuosa se puede conseguir añadiendo un disolvente orgánico adecuado, más o menos denso que el agua, que sea inmiscible con el agua y capaz de solubilizar la máxima cantidad de producto a extraer, pero no las impurezas que lo acompañan en la mezcla de reacción.

Después de agitar la mezcla de las dos fases para aumentar la superficie de contacto entre ellas y permitir un equilibrio más rápido del producto a extraer entre las dos fases, se producirá una transferencia del producto deseado desde la fase acuosa inicial hacia la fase orgánica, en una cantidad tanto mayor cuanto mayor sea su coeficiente de reparto entre el disolvente orgánico de extracción elegido y el agua. Unos minutos después de la agitación, las dos fases se separan de nuevo, espontáneamente por decantación, debido a la diferencia de densidades entre ellas, con lo que la fase orgánica que contiene el

producto deseado se podrá separar mediante una simple decantación de la fase acuosa conteniendo impurezas.

La posición relativa de ambas fases depende de la relación de densidades. Dado que después de esta extracción, la fase acuosa frecuentemente aún contiene cierta cantidad del producto deseado, se suele repetir el proceso de extracción un par de veces más con disolvente orgánico puro.

Una vez finalizada la operación de extracción, se tiene que recuperar el producto extraído a partir de las fases orgánicas reunidas. Para ello, se tiene que secar la fase orgánica resultante con un agente desecante, filtrar la suspensión resultante y, finalmente, eliminar el disolvente orgánico de la disolución seca conteniendo el producto extraído por destilación o evaporación.

Aunque normalmente la extracción se utiliza para separar el producto deseado selectivamente de una mezcla, a veces lo que se pretende con la extracción es eliminar impurezas no deseadas de una disolución.

2.11.2. Extracción líquido-líquido continua

La extracción líquido-líquido simple, que es el procedimiento de extracción más utilizado en el laboratorio químico, se suele utilizar siempre que el reparto del compuesto a extraer en el disolvente de extracción es suficientemente favorable. Cuando no es así y la solubilidad del compuesto a extraer en los disolventes de extracción habituales no es muy elevada, se suele utilizar otro procedimiento que implica una extracción continua de la fase inicial (normalmente una fase acuosa) con porciones nuevas del disolvente orgánico de extracción.

Para evitar utilizar grandes volúmenes de disolvente de extracción, el proceso se hace en un sistema cerrado en el que el disolvente de extracción se calienta en un matraz y los vapores del disolvente se hacen condensar en un refrigerante colocado sobre un tubo o cámara de extracción que contiene la disolución acuosa a extraer. El disolvente condensado caliente se hace pasar a través de la disolución acuosa, para llegar, finalmente, con parte del producto extraído, al matraz inicial, donde el disolvente orgánico se vuelve a vaporizar, repitiendo un nuevo ciclo de extracción, mientras que el producto extraído, no volátil, se va concentrando en el matraz.

2.12. Rosa (*Rosa* sp.)

La rosa, desde tiempos muy remotos, ha sido usada como uno de los principales productos suntuarios más apreciables y cultivados en jardinería, por lo cual las especies silvestres han sufrido un gran número de cruces, por parte de los hibridadores de todo el mundo. Las variedades actualmente cultivadas en el mundo, en su mayoría pertenecen al grupo de los híbridos de té.

Pertenece al grupo conocido como arbustos espinosos y floridos, representantes principales de la familia de rosáceas. Se le denomina rosa a la flor de los miembros de este género y rosal a la planta.

Las hojas pueden ser perennes o caducas, pecioladas e imparipinnadas, con entre 5 a 9 folíolos de borde aserrado y estípulas basales. Es frecuente la presencia de glándulas anexas sobre los márgenes.

Las flores, que surgen en inflorescencias racimosas, formando corimbos, son generalmente aromáticas, completas y hermafroditas; regulares, con simetría radial (actinomorfas). Los sépalos pueden ser simples o, a veces, de

forma compleja con lobulaciones laterales estilizadas. Corola dialipétala, simétrica, formada de 5 pétalos regulares (o múltiplos de 5), a veces escotados, y de variados colores llamativos, también blancos.

La corola suele ser doble o plena por transformación de los estambres en pétalos, mayormente en los cultivares. El androceo está compuesto por numerosos estambres dispuestos en espiral (varios verticilos), generalmente en número múltiplo de los pétalos. El gineceo apocárpico (compuesto por varios pistilos separados). Nectario presente, que atrae insectos para favorecer la polinización, predominantemente entomófila. Perigina (ovario medio), numerosos carpelos uniovulados (un primordio seminal por cada carpelo), así cada carpelo produce un aquenio.

Las flores son de una gran variedad de colores (monocolor, bicolor y hasta tricolor) y tamaños, se cultiva inflorescencia terminal o apical (estándar) y en algunos casos en forma de toda la inflorescencia (*spray*), sus flores son hermafroditas y su producción puede ser mediante patrones o por semilla.

2.12.1. Rosa véndela

Su nombre comercial es rosa véndela y es originaria de Alemania. Se trata de una de las principales variedades de color blanco comercializadas en la zona, su densidad de siembra es de 8 plantas/m² y su índice de productividad es de 1,30 tallos por planta al mes, aunque este depende del manejo del arbusto.

La variedad, en ciertas épocas del año (invierno), por condiciones climáticas aumenta la brotación o emergencia de ciegos (formaciones de tallos florales que no desarrollan botón floral) y en épocas de alta luminosidad, el pendúculo tiende a alargarse.

Entre sus características morfológicas presenta:

- Tamaño del tallo: 50 a 90 cm
- Tamaño del botón: 4,5 a 6,0 cm
- Número de pétalos: 38 a 40
- Color: blanco marfil

2.12.2. Rosa de San Juan

Pertenece al grupo de las llamadas rosas grandifloras. Estos rosales se caracterizan por presentar sus flores con formato igual, pero de tamaño un poco más chico y más agrupadas, dispuestas en corimbo como los rosales híbridos de té y floribundas.

Otra característica sobresaliente, es el gran desarrollo alcanzado durante el primer año de cultivo y el gran vigor de crecimiento que hace posible que pueda plantarse en los jardines sin tutor, alcanzando fácilmente una altura superior a 1,80 m en el primer año de plantación.

También, estos reúnen las ventajas de los híbridos de té y los coloridos de floribundas, en especial los anaranjados y minios. Igualmente, son caracteres importantes como la persistencia de sus colores, la forma de remontarse y la duración de las flores, así como la textura de sus pétalos que hacen posible que sean considerados como los rosales más modernos.

Comercialmente, son más económicas que las rosas véndela, debido a que su producción no requiere un proceso muy exigente, pues son producidas para ventas rápidas, por lo que su duración puede resultar incluso menor que las rosas de viveros con controles de calidad y producción aún más exigentes.

2.12.3. Producción

El cultivo de rosas se hace en un invernadero. Así se obtiene la máxima producción en un espacio mínimo y bajo una temperatura y humedad controladas. La planta enraiza en tierra o en sustrato hidropónico durante los primeros siete u ocho meses. De cada planta pueden crecer de una a seis rosas y florece en el invernadero cuatro veces por año. La recolección tiene lugar desde comienzos de la primavera hasta finales del otoño, mientras que el invierno es la época idónea para la poda.

2.12.3.1. Corte

La recolección de las rosas se debe realizar prestando el máximo cuidado, ya que se trata de un material vegetal muy frágil. Dependiendo de la variedad, así es la susceptibilidad a los daños mecánicos en sus pétalos al momento de realizar el corte. Entre un 30 % y 70 % de la vida útil potencial de muchas flores está determinado por el momento de corte.

Desde el punto de vista de la hidratación vegetal, la hora de cosecha debe ser lo más temprano posible o, en caso contrario, en el atardecer, ya que en estos periodos la rosa tiene mayor cantidad de humedad, lo que garantiza una mayor hidratación hasta la llegada a la sala poscosecha.

2.12.3.2. Transporte y recepción

El transporte debe ser realizado en un vehículo que posea contenedores con agua, lo que pueda garantizar la hidratación. En la recepción se debe verificar la calidad, cantidad y procedencia, además se encarga de identificar y determinar el lugar apropiado para el almacenaje, el cual debe ser con bajos niveles de luminosidad, sin hidratación, humedad relativa y temperatura ambiente hasta comenzar el proceso.

2.12.4. Producción en Guatemala

Las rosas que se producen en los viveros de San Juan Sacatepéquez y que se exportan con motivo de la celebración del Día del Cariño son enviadas a El Salvador, Honduras y México.

La venta a esos países significa el 50 % de la producción de los empresarios de la Asociación de Floricultores Sanjuaneros (Asoflorsa).

Según el presidente del área de comercialización de Asoflorsa, Óscar Tuquer, la producción aumentó un 15 % y pasó de 1,3 millones de docenas en febrero del 2011 a 1,5 millones de docenas en el 2012.

El Salvador es el país que más compra este tipo de flores, con un 25 %; los hondureños, 20 %, mientras que los mexicanos importan un 10 %.

Además de lo que se vende en esos mercados, Asoflorsa exportó 1 %, equivalente a 10 mil docenas, al mercado estadounidense, transportándolas vía aérea, en contenedores refrigerados y a una temperatura de tres grados centígrados.

En el caso de los países vecinos, las flores viajan vía terrestre y tienen una vida útil de entre 10 a 12 días después de su entrega en los mercados locales.

Como siempre, la rosas rojas constituyen la mayor parte de la demanda y representan el 30 % de las ventas, sin embargo, las rosas de otros colores también son producidas y exportadas, pero en cantidades menores.

2.12.5. Absoluto de rosas

Se puede obtener mediante destilación a vapor, extracción de solventes y extracción supercrítica de dióxido de carbono, es principalmente utilizado en perfumería

2.12.5.1. Historia

Aunque en la actualidad el aceite u otto de rosa se destila casi íntegramente en Bulgaria y Francia, también se produce en una cantidad muy limitada en otro lugar. El arte de las rosas de destilería se originó en Persia y fue practicado a gran escala en una fecha temprana. El registro más antiguo de este hecho fue descubierto por el profesor Fliickiger en un antiguo trabajo en la Biblioteca Nacional de París.

Este documento establece que entre los años 810 y 817 de la era cristiana, durante el reinado de Kaliph Mamoun, se requirió la provincia de Faristan a pagar un tributo anual de 30 000 botellas de agua de rosas a la Tesorería de Bagdad. También, Istakhri afirma que una cantidad considerable de agua de rosas se producía a lo largo Faristan y de allí era enviado a China, India, Yemen, Egipto, Andalucía y Magreb (en los Estados de Berbería, sobre todo a Marruecos). Las fábricas más importantes estaban en Dschur (ahora llamado Firuzabad), situadas entre Shiraz y la costa. El arte de las rosas de destilería fue probablemente introducido en los países de occidente por los árabes.

El aceite esencial de la rosa fue descrito por Rossi en la segunda mitad del siglo XVI, pero no fue descubierto hasta 1612 en Persia y solo por accidente. Sawyer da los siguientes detalles históricos del descubrimiento de otto de rosa:

La fecha del descubrimiento por los persas de esta valiosa esencia, reafirmada por Langles, fue en 1612. Langles conocía a fondo las lenguas y la literatura de Oriente, y en su excelente y pequeño libro muestra que antes de esta fecha (1612) no se menciona aceite de rosa en cualquier obra escrita en lengua oriental. Las circunstancias que rodearon el descubrimiento fueron descritas por primera vez en una obra escrita en persa por Mohammed Achem, titulada *Montekheb Tarykh lubdb*, que es una historia de los grandes magnates del año 1525-1667.

En este texto, el trabajo de la esencia se menciona dos veces. La primera vez, se presenta en el capítulo titulado El matrimonio de la princesa Nour-Djihan con el habitante del paraíso Djihan-guyr; inventos y descubrimientos de la reina del Mundo. La segunda mención se hace en el capítulo titulado La historia del séptimo año del reinado de Djihan-guyr, y la fiesta del Año Nuevo.

Según la traducción, parece que en el comienzo de esta fiesta, la madre de Nour-Djihan le había presentado al príncipe la esencia del agua de rosas que ella había preparado. El príncipe le adjudica al presente descubrimiento su ilustre nombre y le llama el perfume A'ther Djihanguyry (perfume de Djihanguyry), al mismo tiempo que presenta a la princesa un collar del valor de 30 000 rupias.

2.12.5.2. Composición química

Diversos factores son los que se ven involucrados en la composición química del absoluto de rosa, desde su región de cultivo, variedad de la especie, proceso de producción e incluso la hora de corte de la flor para su extracción de absoluto, por lo que no es posible determinar con exactitud cuales serán los componentes que regirán su composición. Sin embargo, se puede

tener una referencia de algunos posibles elementos, con base en estudios previos.

Puede tomarse como referencia que el absoluto de rosa se compone principalmente de terpenos y derivados de ácidos grasos, tales como citronelol (30,31 %), geraniol (16,96 %), alcohol fenético (12,60 %), nerol (8,46 %), hexacosano (3,70 %), nonadecano (2,7 %), linalol (2,15 %), β -ionona (1,00 %), eicosano (1,65 %), docosano, (1,27 %), farnesol (1,36 %), acetato de nerilo (1,41 %), propionato de citronelilo (1,38 %), geranial (1,35 %), α -pineno (0,60 %), mirceno (0,46 %), óxido cis rosa (0,55 %), decanal (0,51 %), terpinen-4-ol (0,55 %), β -cariofileno (0,81 %), isoborneol (0,57 %) y heptadecano (0,92 %).

Todos estos compuestos fueron tomados de diversas muestras de absolutos extraídos, en los cuales predominaron el citronelol y geraniol, que son dos compuestos responsables del olor característico de las rosas.

Sin embargo, puede darse el caso que los componentes mayoritarios sean otros, tal como describe un artículo publicado por Botanyuki, en el 2011: Pese a la gran variedad de aromas de rosa que podemos encontrar, algunas de armonías aromáticas singulares, casi todas las rosas contienen los mismos odorantes en mayor o menor concentración (2-feniletanol, alfa-pineno, benzaldehido, acetato de bencilo, beta-carofileno, canfeno, citronelol, eucaliptol, eugenol, geraniol, geranial, limoneno, linalol, neral, salicitato de metilo y un largo etcétera) por lo tanto, pensar que en algunos absolutos no se obtenga citronelol y geraniol, es solo una prueba de la diferencia que se puede presentar en los absolutos extraídos.

El fruto de la rosa, el escaramujo, tiene un alto contenido en vitamina C, entre 1 700-2 000 mg por cada 100 g de producto seco, lo que lo convierte en

una de las fuentes vegetales más ricas de esta vitamina. También contiene vitaminas A, D y E, y flavonoides antioxidantes. Su alto contenido en taninos hace que cause estreñimiento.

Teóricamente, se conoce que el absoluto de pétalos de rosas presenta un índice de refracción de 1,4800, cuando se trata de un absoluto 100 % puro y extravirgen extraído de los pétalos de la flor. Sin embargo, este valor dependerá de diversos factores que afectan directamente la composición del absoluto.

2.12.5.3. Citronelol

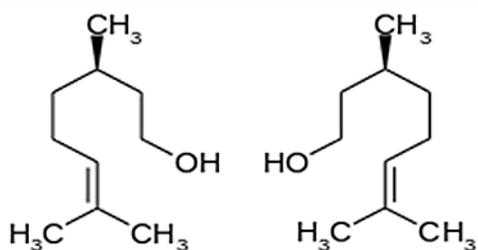
Es un líquido incoloro, con un olor que recuerda a la rosa. Es un componente natural de los aceites esenciales, como el de rosa, geranio, neroli, camomila, tagete, hierba limón, albahaca y lavanda.

Es un monoterpenoide natural, en la naturaleza se hallan dos enantiómeros, el (+)-citronelol, que se encuentra en el aceite de citronela y es el más común de los isómeros, y el (-)-citronelol, que se halla en el aceite de rosa y de geranio.

El citronelol está ampliamente presente en una gran gama de productos, ya que es un componente que se da de forma natural en los aceites esenciales, lo que significa que su dulce fragancia caracteriza muchos productos, especialmente las florales.

Entre sus principales propiedades se menciona que tiene una masa molecular de 156,27 g/mol, densidad de 0,855 Kg/m³, con un punto de ebullición de 225 °C.

Figura 1. Citronelol



Fuente: LAWLESS, J. *The illustrated encyclopedia of essential oils*. p. 120.

2.12.5.4. Geraniol

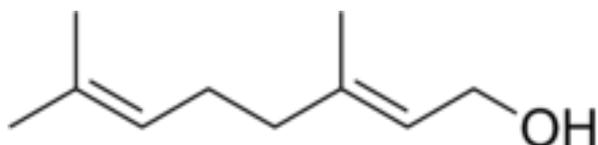
Es un monoterpenoide y un alcohol. Compone la mayor parte de los aceites esenciales de las rosas y las citronelas, también se encuentra en pequeñas cantidades en los geranios, limones y otros aceites esenciales. Tiene un olor rosáceo, por lo que es comúnmente empleado en perfumes. Se utiliza en sabores tales como melocotón, frambuesa, pomelo, manzana roja, lima, ciruela, naranja, limón, sandía, piña y arándano.

El geraniol es un poderoso ingrediente que provee un repelente de insectos totalmente natural y que en BugBand ha probado ser extremadamente efectivo. Ha demostrado efectividad en repeler una gran cantidad de insectos como mosquitos, moscas, cucarachas, pulgas, hormigas, garrapatas y jejenes.

El grupo funcional basado en el geraniol (específicamente el geraniol que carece el terminal -OH) es llamado geranilo, es importante para la biosíntesis de otros terpenos. Es un subproducto del metabolismo del sorbato y es un contaminante muy desagradable del vino cuando se permite que crezcan bacterias en él.

Por nomenclatura de química orgánica, recibe el nombre de 3, 7-dimetil-6, 2-octadie-1-ol.

Figura 2. **Geraniol**



Fuente: LAWLESS, J. *The illustrated encyclopedia of essential oils*. p. 121.

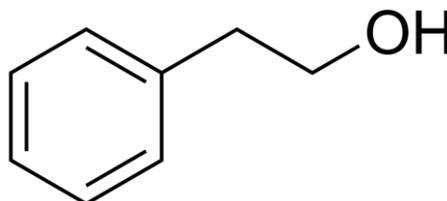
2.12.5.5. Alcohol fenético

El 2-feniletanol es un alcohol primario aromático, oleoso líquido e incoloro y es relativamente abundante en la naturaleza. Es un producto de la degradación de los fenilpropanoides. Se le ha encontrado en una gran variedad de aceites esenciales como el aceite de: rosa, clavel, jazmin, pino de Aleppo, azahar, ylang-ylang, geranio, neroli y champaca. Es ligeramente soluble en agua y es miscible en etanol y diétil éter.

El alcohol fenético tiene aroma floral que recuerda al de las rosas. Es un ingrediente común en perfumería y como aromatizante de alimentos en concentraciones menores a 40 ppm. También es usado como aditivo en cigarrillos. Es utilizado como conservador de jabón debido a su estabilidad en condiciones básicas. Tiene actividad antimicrobiana.

Por nomenclatura de química orgánica, recibe el nombre de 2-feniletanol.

Figura 3. **Alcohol fenético**



Fuente: LAWLESS, J. *The illustrated encyclopedia of essential oils*. p.122.

2.12.5.6. Eucaliptol

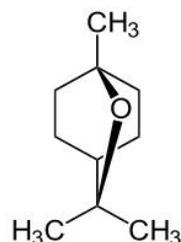
Líquido miscible con alcohol, su olor varía entre el de la menta y el de la trementina. Se utiliza en perfumería, medicina y para la flotación de minerales. Se encuentra en muchos productos, ungüentos y linimentos, cremas para la pañalitis, inhaladores para aliviar la congestión nasal, medicamentos para el dolor en encías, boca y garganta y enjuagues bucales.

Su principal fuente de obtención es de las hojas de las diversas especies de eucalipto, que es a quien debe su nombre, pero también puede ser encontrado en otras plantas, con la diferencia significativa que no se encontrará en la cantidad que se encuentra en las hojas del árbol de eucalipto. Cuenta con gran diversidad de aplicaciones, aunque su uso es principalmente en homeopatía, en casos de tos con fiebre, además, se ha demostrado que tiene ciertas propiedades antibacterianas y antifungales.

El eucaliptol también posee propiedades antirreumáticas, por lo que puede aplicarse de forma externa para paliar casos de artrosis, artritis reumatoide y otros tipos de dolores musculares, ya que masajear la zona contribuye a disminuir el dolor y a reducir el proceso inflamatorio.

Por nomenclatura de química orgánica, recibe el nombre de 1,8-cineol.

Figura 4. **Eucaliptol**



Fuente: LAWLESS, J. *The illustrated encyclopedia of essential oils*. p. 122.

2.12.5.7. Precio

Actualmente, el absoluto de rosas 100 % puro se comercializa regularmente en presentaciones de 1 mL, 2 mL y 3 mL, cuyos precios oscilan aproximadamente entre los 17, 27 y 40 euros respectivamente, esto debido a su bajo rendimiento extractivo y a la calidad del mismo.

2.12.5.8. Aplicaciones

La rosa goza de una tradición larga y plena de historias en todos los usos que se le han dado. Entre las aplicaciones más importantes del absoluto de rosas se encuentran:

- Cuidado de la piel: el absoluto de la rosa contiene propiedades de rejuvenecimiento de las células, convirtiéndolo en un tratamiento herbal ideal para las pieles irritadas, sensibles, arrugadas, secas o maduras. Cuando se agrega a bases de aceites o lociones, el aceite esencial de rosa puede aplicarse de manera segura en el rostro o en el cuerpo.

- Perfumería: el perfumero Mandy Aftel llama al aroma de la rosa la última nota del corazón. El aceite esencial de la rosa sigue siendo considerada por los creadores de fragancias como el afrodisíaco por excelencia. Es utilizado en el 98 % de los perfumes de mujer y en un 46 % en los perfumes para hombre.
- Medicinal: los terapeutas holísticos con frecuencia recomiendan el aceite de rosa para el alivio del dolor de cabeza y para regular la menstruación. Varios estudios han demostrado que el aceite de rosa, en combinación con melisa, lavanda o agua de rosas, puede tratar efectivamente los virus herpes zóster y el herpes simple. También ayuda en el tratamiento de sinusitis y afecciones faríngeas, congestión, edema palpebral, hinchazón facial, algunos problemas circulatorios (incluida fragilidad capilar), moderadamente sedante, inductor del sueño, tensión o dolor premenstrual, antidepresivo, síntomas menopausicos, disminución de la libido, anorexia nerviosa.
- Masajes: mezclar 25 gotas de aceite esencial de rosas con 2 onzas (60 ml) de aceite de semillas de almendras o de uvas para elaborar un aceite para masajes, ideal para fines terapéuticos. Realizar masajes con un aceite que contenga rosa puede restaurar el equilibrio de las hormonas femeninas.
- Aromaterapia: el aceite de rosas, un aceite esencial con aroma que ofrece propiedades antidepresivas y antisépticas, también ayuda a aliviar el insomnio y el nerviosismo. Los aromaterapeutas recomiendan generalmente el absoluto de rosas para un impacto o depresión. Se puede usar en aceites para masajes, en una vela o agregar a un difusor de esencias.

- Desodorante ambiental: como pequeñas cantidades de aceite esencial ingresan con rapidez en el torrente sanguíneo cuando se inhala, las propiedades terapéuticas del aceite de rosas también se pueden experimentar si se aromatiza el aire con este aceite. El absoluto de rosa contiene farnesol, un compuesto que se adhiere a la piel y es antibacteriano. El absoluto de rosa puede mezclarse con agua en una botella rociadora para usar como desodorante axilar o agregarse al talco para el cuerpo o para los pies.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

La parte experimental de esta investigación se llevó a cabo en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en la Universidad del Valle de Guatemala, específicamente en los laboratorios siguientes:

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

3.2. Variables

Propiedad, característica o atributo que es susceptible a asumir diferentes valores, es decir, que puede variar. Dentro de ellas se encuentran las variables independientes que son consideradas las causas y las variables dependientes, consideradas como el valor que es observado y medido como consecuencia de las variables independientes asignadas.

3.2.1. Independientes

- Variedad de rosa (*Rosa* sp.) utilizada para la extracción de absoluto (variedad Véndela y variedad San Juan).

- Tiempo de extracción en la maceración dinámica (2 horas y 4 horas).
- Temperatura de extracción en la maceración dinámica (25 °C y 35 °C)

3.2.2. Dependientes

- Rendimiento másico extractivo de absoluto de rosa (*Rosa* sp.)
- Composición química en el absoluto de rosa (*Rosa* sp.)
- Densidad del absoluto de rosa (*Rosa* sp.)
- Índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.)

3.2.3. Variable respuesta

Para cada tratamiento, es el porcentaje de rendimiento másico, la composición química, la densidad e índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) en función de la variedad de rosa, tiempo y temperatura de extracción.

3.3. Delimitación del campo de estudio

El estudio es de características cuantitativo-experimental-comparativo, donde se evaluó, a nivel laboratorio, mediante el método de maceración dinámica, el rendimiento másico de extracción, la composición química, la densidad e índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.), utilizando rosa variedad Véndela y rosa variedad San Juan, en función del tiempo y temperatura de extracción.

3.4. Obtención de muestras

Las materia prima vegetal fue obtenida de los residuos producidos por la decoración floral de eventos de la floristería Valle de Flores, ubicada en el municipio de Antigua Guatemala, departamento de Sacatepéquez. Las rosas utilizadas provienen de fincas ubicadas en la región central de Guatemala.

3.5. Recursos humanos disponibles

- Desarrollo del proyecto: Diego Enrique Valle García
- Asesor: ingeniero químico Mario José Mérida Meré
- Asesora: ingeniera química Telma Maricela Cano Morales

3.6. Recursos materiales disponibles (equipo, cristalería, reactivos)

El proceso completo para la realización de la extracción del absoluto necesitó de los siguientes materiales:

- Pétalos de rosa Véndela y rosa de San Juan
- Hexano grado industrial, utilizado como solvente de captación
- Etanol anhidro grado industrial
- Agua destilada

Para la extracción de absoluto y su caracterización, se utilizaron diversos equipos para completar todo el proceso de la investigación, los cuales se presentan en las siguientes figuras.

Figura 5. **Equipo de reacción CSTR con enchaquetado**



Reactor CSTR de vidrio con motor y agitador de aspas, reóstato y bomba de recirculación.

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC

Figura 6. **Equipo de destilación líquido-líquido con sistema de presión reducida**



Marca: Buchi, modelo RII, rango de temperatura de 0-100 grados Celsius, rango rotación 0-12

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC.

Figura 7. **Refractómetro**



Marca: Fischer scientific, modelo 698-4, frecuencia de 60 Hz

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC.

Figura 8. **Balanza Analítica**



Marca: Boeco, modelo BBL31, rango 0,0001-210 gramos, frecuencia 60 Hz

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC.

Figura 9. **Campana de extracción**



Marca: Serproma, Voltaje de 110 V y 900 Watts. Capacidad del motor $\frac{3}{4}$ Hp

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC.

Figura 10. **Balanza**



Marca: WVR, frecuencia 60 Hz, precisión hasta 0.01 g.

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE-CII/USAC.

Figura 11. **Procesador de alimentos**



Marca: Hamilton Beach, modelo 70700-Mx

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIECVE-CII/USAC.

También se utilizaron los siguientes elementos de cristalería:

- Embudo mediano de vidrio
- Termómetro de mercurio
- Beakers de diferentes denominaciones (50 mL, 100 mL, 600 mL)
- Micropipetas
- Viales de 2 mL
- Triturador de alimentos

3.7. Técnica cuantitativa

Esta investigación será de carácter cuantitativo, experimental y comparativo, ya que se tendrán dos variedades de rosa (*Rosa* sp.) para evaluar

el porcentaje de rendimiento extractivo, comparando resultados con base en los tiempos y temperaturas de extracción a escala laboratorio. Se llevarán a cabo los siguientes procesos cuantitativos:

- Extracción de concreto de pétalos de rosa
 - Se midieron 150 g de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan en una balanza analítica.
 - Se redujo el tamaño de partícula de los pétalos en un procesador de alimentos y se colocó la materia prima en un reactor CSTR.
 - Se agregaron 900 mL de hexano grado industrial al reactor CSTR sumergiendo por completo la materia prima, cumpliendo con la relación 1:6 masa/volumen.
 - Una vez colocada la materia prima y el solvente para la extracción sólido-líquido, por la chaqueta del reactor CSTR se hizo pasar agua para controlar la temperatura de extracción y variarla entre 25 °C o 35 °C según fuera el caso.
 - Con la temperatura de extracción ajustada, se conectó el motor que giraba el agitador de aspas al reóstato para iniciar la maceración dinámica en los tiempos establecidos, 2 horas y 4 horas.
 - Finalizado el tiempo de la extracción sólido-líquido, se detuvo la agitación y la recirculación de agua por la chaqueta, filtrándose al vacío la solución obtenida.

- La solución hexánica obtenida fue llevada a un equipo de separación líquido-líquido para separar el solvente de los compuestos aromáticos, ceras y pigmentos extraídos de los pétalos de rosa.
- Extracción del absoluto de pétalos de rosa
 - Se calentó alcohol anhidro hasta 40 °C en una plancha de calentamiento.
 - Al concreto de pétalos de rosa obtenido de la extracción sólido-líquido se le agregó el alcohol anhidro a 40 °C en un erlenmeyer, en una relación 1:8 masa/masa y se esperó a que la muestra llegara a temperatura ambiente.
 - La solución se mantuvo a una temperatura aproximada de 10 °C durante 24 horas, para la sedimentación de compuestos no deseados.
 - Cumplidas las 24 horas, esta solución fue filtrada al vacío con papel filtro núm. 1 hasta no contener sólidos blancos.
 - Se procedió a una destilación líquido-líquido en el rotavaporador, separando el etanol anhidro del absoluto de rosa (*Rosa* sp.).
 - Se almacenó el absoluto de rosa obtenido en un vial ámbar.

- Densidad
 - Se tomó la tara del picnómetro de 1,088 mL en la balanza analítica.
 - Se llenó el picnómetro con la muestra de absoluto de rosa.
 - Se midió la masa del picnómetro con la muestra de absoluto de rosa en una balanza analítica y, con la tara previamente tomada, se determinó la masa del absoluto de rosa.
 - Se calculó la densidad del absoluto de rosa con el valor de masa obtenido y el valor del volumen del picnómetro.

- Índice de refracción
 - Se limpió el prisma del refractómetro para evitar desviaciones en los resultados.
 - Se agregó el absoluto de rosa en el prisma del refractómetro hasta cubrirlo por completo con una micropipeta.
 - Se encendió la lámpara, usando el interruptor ubicado en el lado izquierdo del refractómetro, y se ajustó para asegurar el brillo adecuado en el prisma de medición.
 - Se observó por el ocular, girando la perilla de compensación de color hasta que se obtuvo una línea clara y definida en el campo de visión.

- Se giró la perilla de medición alineando la línea delimitadora con las líneas de intersección (ajustando claro y oscuro al centro).
- Se movió la palanca de la parte inferior izquierda y se tuvo la lectura en la escala superior del índice de refracción.
- Se anotó el índice de refracción y después se limpió nuevamente el prisma del refractómetro con etanol y algodón para la siguiente medición.
- Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas
 - Se inyectó dentro del espectrómetro 0,1 μL de la muestra de absoluto de rosa (*Rosa* sp.).
 - Por medio de iones, se identificaron los compuestos presentes por comparación de los pesos moleculares con el patrón utilizado y se graficó en un cromatograma.
 - Se tomaron los tiempos de retención que están representados en cada pico del cromatograma y que le asignó un área porcentual con un nivel de confianza que indica la probabilidad de presencia de un determinado componente en la muestra, para luego identificarlo y nombrarlo según la librería contenida en el programa.

3.8. Recolección y ordenamiento de la información

Para esta investigación se recolectaron los datos obtenidos para la medición del rendimiento másico extractivo del concreto de rosas como, rendimiento másico, cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas, densidad e índice de refracción del absoluto de rosas. Toda esta información fue ordenada en las siguientes tablas.

Tabla I. **Extracción sólido-líquido de concreto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando maceración dinámica con hexano en reactor CSTR**

Tiempo de Extracción	Temperatura (°C)	Tara (g)	Masa final (g)	Masa concreto (g)	Rendimiento (%)
2 horas	25	971,71	973,19	1,48	0,99
		971,69	973,13	1,44	0,96
		1 233,79	235,32	1,53	1,02
	35	972,69	974,24	1,55	1,03
		971,86	973,42	1,56	1,04
		971,80	973,37	1,57	1,05
4 horas	25	973,23	974,76	1,53	1,02
		972,94	974,44	1,50	1,00
		972,92	974,46	1,54	1,03
	35	972,36	973,93	1,57	1,05
		972,38	973,99	1,61	1,07
		348,56	350,11	1,55	1,03

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla II. **Extracción sólido-líquido de concreto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando maceración dinámica con hexano en reactor CSTR**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Tara (g)	Masa final (g)	Masa concreto (g)	Rendimiento (%)
2 horas	25	972,74	974,01	1,27	0,85
		340,17	341,47	1,30	0,87
		971,45	972,82	1,37	0,91
	35	972,53	974,06	1,53	1,02
		973,31	974,85	1,54	1,03
		972,44	974,02	1,58	1,05
4 horas	25	972,72	974,23	1,51	1,01
		972,45	973,97	1,52	1,01
		971,42	972,88	1,46	0,97
	35	972,95	974,49	1,54	1,03
		972,57	974,17	1,60	1,07
		972,48	974,06	1,58	1,05

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla III. **Extracción líquido-líquido de absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando etanol anhidro como solvente**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Tara (g)	Masa final (g)	Masa absoluto (g)	Rendimiento (%)
2 horas	25	732,43	733,82	1,39	0,93
		733,33	734,68	1,35	0,90
		733,43	734,88	1,45	0,97
	35	817,06	818,50	1,44	0,96
		816,99	818,43	1,44	0,96
		816,87	818,30	1,43	0,95
4 horas	25	820,45	821,90	1,45	0,97
		817,96	819,31	1,35	0,90
	25	817,32	818,78	1,46	0,97
		101,28	102,75	1,47	0,98
	35	816,63	818,11	1,48	0,99
		816,57	817,99	1,42	0,95

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla IV. **Extracción líquido-líquido de absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para dos tiempos y dos temperaturas de extracción, utilizando etanol anhidro como solvente**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Tara (g)	Masa final (g)	Masa absoluto (g)	Rendimiento (%)
2 horas	25	733,62	734,81	1,19	0,79
		816,09	817,23	1,14	0,76
		816,56	817,67	1,11	0,74
	35	816,42	817,83	1,41	0,94
		816,95	818,33	1,38	0,92
		816,21	817,65	1,44	0,96
4 horas	25	816,56	817,99	1,43	0,95
		817,09	818,53	1,44	0,96
		816,28	817,70	1,42	0,95
	35	816,60	817,99	1,39	0,93
		816,73	818,19	1,46	0,97
		816,77	818,22	1,45	0,97

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla V. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	15,68	38,282	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
2	12,39	72,138	Ácido n-hexadecanoico	000057-10-3
3	8,19	65,474	1-nonadeceno	018435-45-5
4	6,37	74,253	1, 2, 4-triazol	021051-17-2
5	4,03	59,483	9-tricoseno	027519-02-4
6	3,33	46,715	Heneicosano	000629-94-7
7	2,91	22,753	1-tetradeceno	001120-36-1
8	2,28	53,925	9-tricoseno	027519-02-4
9	0,56	40,497	Alcohol fenílico	000060-12-8
10	0,47	13,606	Eucaliptol	000470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla VI. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	74,39	28,976	Propelnglicol	00057-55-6
2	8,17	64,291	Ácido 9, 12-octadecadienoico	00060-33-3
3	5,65	59,279	Ácido oleico	00112-80-1
4	4,70	60,716	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico diisotilo ester	27554-26-3
5	4,43	60,621	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico mono (2-etilhexil) ester	04376-20-9
6	2,69	13,624	Eucaliptol	00470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla VII. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	16,15	57,887	Ácido decanoico	000143-07-7
2	12,72	38,246	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
3	12,07	72,038	Ácido n-hexadecanoico	000057-10-3
4	7,77	59,515	9-tricoseno	027519-02-4
5	7,40	74,185	Ácido fosfínoso	000691-96-3
6	4,50	51,805	Ácido n-decanoico	000334-48-5
7	4,42	31,386	Ácido bromo-oxálico	000309-30-9
8	3,83	58,938	3-metoxi-5-metilfenol	003209-13-0
9	3,58	46,670	Heneicosano	000629-94-7
10	2,14	52,751	Eucaliptol	000470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla VIII. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	24,47	64,291	Ácido 9, 12-octadecadienoico	0000060-33-3
2	16,39	60,880	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico mono (2-etilhexil) ester	0004376-20-9
3	8,59	59,302	Ácido oleico	0000112-80-1
4	8,45	59,497	Ácido 6-octadecenoico	0000593-39-5
5	7,57	59,388	Ácido octa-9-enoico	1000190-13-7
6	6,26	13,515	Eucaliptol	0000470-82-6
7	5,97	32,828	(+)-4-careno	0029050-33-7
8	5,24	58,869	Alcohol fenílico	0000060-12-8
9	4,81	60,944	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico diisotilo ester	0027554-26-3
10	3,93	59,497	Ácido 9-octadecenoico	0000 112-79-8

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla IX. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	25,28	38,246	3, 5-dimetoxitolueno	0004179-19-5
2	18,12	53,857	9-tricoseno	0027519-02-4
3	17,01	40,506	Alcohol fenílico	0000060-12-8
4	11,68	65,474	1-nonadeceno	0018435-45-5
5	8,46	67,462	Fenol	0309279-63-8
6	5,34	46,638	Heneicosano	0000629-94-7
7	2,54	59,683	Ácido trifluoroacético	0079392-43-1
8	2,28	4,076	2-metil-pentano	0000107-83-5
9	2,21	30,759	9-eicosano	0074685-29-3
10	1,85	54,066	2-metil-2-docoseno	1000131-16-9

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla X. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	13,19	65,465	1-Nonadeceno	018435-45-5
2	12,81	40,507	Alcohol fenílico	000060-12-8
3	7,76	38,223	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
4	6,62	53,852	9-tricoseno	027519-02-4
5	6,52	60,616	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico	027554-26-3
6	6,39	47,357	3-octano	014919-01-8
7	5,00	32,365	4(1H)-pirimidona	003524-87-6
8	4,48	30,782	1-hexadeceno	000629-73-2
9	3,92	46,638	Heneicosano	000629-94-7
10	3,89	52,019	2-ciclopenten-1-ona	000080-71-7

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XI. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	21,04	40,511	Alcohol fenílico	000060-12-8
2	11,10	65,469	1-nonadecano	0018435-45-5
3	6,61	47,352	Ciclopentanona	0004041-09-2
4	6,39	53,848	9-tricoseno	0027519-02-4
5	5,44	32,364	1-(dimetilamino)pirrol	0078307-81-0
6	5,16	46,638	Heneicosano	0000629-94-7
7	4,84	59,435	1-nonadeceno	0018435-45-5
8	4,78	52,014	Eicosano	0000112-95-8
9	4,33	27,593	Ácido oxálico	1000309-30-6
10	4,05	52,014	1,2-ciclopentanodiona	0000765-70-8

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XII. **Composición química del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por GC-MS**

No	% Área	Tiempo de retención (min)	Nombre del compuesto	Número CAS
1	14,47	65,488	1-nonadecano	0018435-45-5
2	13,33	40,502	Alcohol Fenílico	0000060-12-8
3	8,50	53,857	9-tricoseno	0027519-02-4
4	6,82	46,647	Heneicosano	0000629-94-7
5	6,03	59,474	1-nonadeceno	0018435-45-5
6	5,97	52,533	Eicosano	0000112-95-8
7	5,09	47,348	3-hepteno	0000692-96-6
8	5,09	73,994	1-docoseno	0001599-67-3
9	5,09	38,214	1-octadeceno	0000112-88-9
10	4,39	32,355	1h-pirazol	1000130-91-9

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XIII. **Densidad del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Tara picnómetro (g)	Masa final (g)	Volumen picnómetro (ml)	Densidad (g/mL)
2 horas	25	3,2942	4,2708	1,088	0,8976
		3,2942	4,2403	1,088	0,8696
		3,2942	4,2177	1,088	0,8488
	35	3,2942	4,2574	1,088	0,8853
		3,2942	4,2454	1,088	0,8743
		3,2942	4,2467	1,088	0,8755
4 horas	25	3,2942	4,2356	1,088	0,8653
		3,2942	4,2173	1,088	0,8484
		3,2942	4,2289	1,088	0,8591
	35	3,2942	4,2433	1,088	0,8723
		3,2942	4,2526	1,088	0,8809
		3,2942	4,2587	1,088	0,8865

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XIV. **Densidad del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Tara picnómetro (g)	Masa final (g)	Volumen picnómetro (ml)	Densidad (g/mL)
2 horas	25	3,2942	4,2831	1,088	0,9089
		3,2942	4,2865	1,088	0,9120
		3,2942	4,2746	1,088	0,9011
	35	3,2942	4,2829	1,088	0,9087
		3,2942	4,2748	1,088	0,9013
		3,2942	4,2868	1,088	0,9123
4 horas	25	3,2942	4,2731	1,088	0,8997
		3,2942	4,2868	1,088	0,9123
		3,2942	4,2829	1,088	0,9087
	35	3,2942	4,3004	1,088	0,9248
		3,2942	4,2847	1,088	0,9104
		3,2942	4,2868	1,088	0,9123

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XV. **Índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Índice de refracción (adimensional)	*Índice de refracción teórico (adimensional)
2 horas	25	1,4940	1,4800
		1,5030	1,4800
		1,4980	1,4800
	35	1,4950	1,4800
		1,5006	1,4800
		1,4925	1,4800
4 horas	25	1,5090	1,4800
		1,5025	1,4800
		1,5105	1,4800
	35	1,5000	1,4800
		1,4950	1,4800
		1,5050	1,4800

*Valor a temperatura normal

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XVI. **Índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción.**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Índice de refracción (adimensional)	*Índice de refracción teórico (adimensional)
2 horas	25	1,4870	1,4800
		1,5025	1,4800
		1,4875	1,4800
	35	1,4970	1,4800
1,4980		1,4800	
2 horas	35	1,4915	1,4800
4 horas	25	1,5140	1,4800
		1,4945	1,4800
		1,5045	1,4800
	35	1,4985	1,4800
		1,5075	1,4800
		1,5000	1,4800

*Valor a temperatura normal

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XVII. **Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela, para extracción a escala laboratorio**

Datos del absoluto de rosa	
*Costo por mL (€)	17
*Costo por mL (Q)	142,8
Rendimiento másico de extracción (%)	0,95
Densidad promedio (g/mL)	0,872
Masa utilizada por extracción (g)	150
Volumen obtenido por extracción (mL)	1,63
Materia prima	
Masa por rosa (g)	9
Unidades de rosa para una extracción	17
**Precio por unidad de rosa (Q)	2,08
Costo de materia prima (Q)	35,42

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XVIII. **Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, a escala laboratorio**

Insumo o proceso utilizado	Cantidad por extracción	Costo de insumo o proceso (Q)	Costo de insumo o proceso por extracción (Q)
Hexano (recuperación aproximada del 33%)	900 mL	85/gal	15,22
Alcohol Anhidro (recuperación aproximada del 20%)	15 ml	75/gal	0,25
Papel Filtro	2	190/caja	3,80
Maceración Dinámica	1	100,00	100,00
Concentración por rotavaporación	2	100,00	200,00
Vial ámbar	1	3,50	3,50
Costo por extracción a escala laboratorio (Q)			326,26
Precio de materia prima (Q)			35,42
Precio de venta para la extracción (Q)			233,36

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XIX. **Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, para extracción a escala laboratorio**

Datos del absoluto de rosa	
*Costo por mL (€)	17
*Costo por mL (Q)	142,8
Rendimiento másico de extracción (%)	0,90
Densidad promedio (g/mL)	0,91
Masa utilizada por extracción (g)	150
Volumen obtenido por extracción (mL)	1,48
Materia prima	
Masa por rosa (g)	7
Unidades de rosa para una extracción	22
**Precio por unidad de rosa (Q)	1,50
Costo de materia prima (Q)	33,00

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XX. **Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, a escala laboratorio**

Insumo o proceso utilizado	Cantidad por extracción	Costo de insumo o proceso (Q)	Costo de insumo o proceso por extracción (Q)
Hexano (recuperación aproximada del 33%)	900 mL	85/gal	15,22
Alcohol Anhidro (recuperación aproximada del 20%)	15 mL	75/gal	0,25
Papel Filtro	2	190/caja	3,80
Maceración Dinámica	1	100,00	100,00
Concentración por rotavaporación	2	100,00	200,00
Vial ámbar	1	3,50	3,50
Costo por extracción a escala laboratorio (Q)			322,76
Precio de materia prima (Q)			33,00
Precio de venta para la extracción (Q)			211,85

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXI. **Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, para extracción a escala planta piloto**

Datos del absoluto de rosa	
*Costo por mL (€)	17
*Costo por mL (Q)	142,8
Rendimiento másico de extracción (%)	0,95
Densidad promedio (Kg/L)	0,872
Masa utilizada por extracción (Kg)	5
Volumen obtenido por extracción (mL)	54,47
Materia prima	
Masa por rosa (g)	9
Unidades de rosa para una extracción	556
**Precio paquete de 24 unidades de rosa (Q)	50,00
Paquetes de rosa a utilizar	24
Costo de materia prima (Q)	1 200,00

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXII. **Costos de insumos y del proceso de extracción de absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, a escala planta piloto**

Insumo o Proceso utilizado	Cantidad por extracción	Costo de insumo o proceso (Q)	Costo de insumo o proceso por extracción (Q)
Hexano (recuperación aproximada del 33%)	30 L	85/gal	507,22
Alcohol Anhidro (recuperación aproximada del 20%)	0,5 L	75/gal	8,27
Papel Filtro	67	190/caja	127,30
Maceración Dinámica	1	750,00	750,00
Concentración en marmita	2	750,00	1 500,00
Frasco ámbar	1	7,50	7,50
Costo por extracción a escala planta piloto (Q)			2 900,29
Precio de materia prima (Q)			1 200,00
Precio de venta para la extracción (Q)			7 778,67

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXIII. **Datos y características de la materia prima y del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, para extracción a escala planta piloto**

Datos del absoluto de rosa	
*Costo por mL (€)	17
*Costo por mL (Q)	142,8
Rendimiento máximo de extracción (%)	0,90
Densidad promedio (Kg/L)	0,91
Masa utilizada por extracción (Kg)	5,00
Volumen obtenido por extracción (mL)	49,45
Materia prima	
Masa por rosa (g)	7
Unidades de rosa para una extracción	715
**Precio paquete de 24 unidades de rosa (Q)	36,00
Paquetes de rosa a utilizar	30
Costo de materia prima (Q)	1 080,00

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXIV. **Estimación de costos de extracción de absoluto de rosa San Juan, a escala planta piloto**

Insumo o proceso utilizado	Cantidad por extracción	Costo de insumo o proceso (Q)	Costo de insumo o proceso por extracción (Q)
Hexano (recuperación aproximada del 33%)	30 L	85/gal	507,22
Alcohol Anhidro (recuperación aproximada del 20%)	0,5 L	75/gal	8,27
Papel Filtro	67	190/caja	127,30
Maceración Dinámica	1	750,00	750,00
Concentración en marmita	2	750,00	1 500,00
Frasco ámbar	1	7,50	7,50
Costo por extracción a escala planta piloto (Q)			2 900,29
Precio de materia prima (Q)			1 080,00
Precio de venta para la extracción (Q)			7 061,54

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

3.9. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

La información recolectada durante el proceso de investigación fue tabulada y procesada para obtener los resultados de porcentaje de rendimiento másico del concreto de rosas y absoluto de rosas, composición química, densidad e índice de refracción del absoluto de rosas. Esta información se presenta en las siguientes tablas:

Tabla XXV. **Porcentaje de rendimiento másico de concreto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de Extracción	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,99	0,99	0,03
		0,96		
		1,02		
	35	1,03	1,04	0,01
		1,04		
		1,05		
4 horas	25	1,02	1,02	0,02
		1,00		
		1,03		
	35	1,05	1,05	0,02
		1,07		
		1,03		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXVI. **Porcentaje de rendimiento másico de concreto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,85	0,88	0,03
		0,87		
		0,91		
	35	1,02	1,03	0,02
		1,03		
		1,05		
4 horas	25	1,01	1,00	0,02
		1,01		
		0,97		
4 horas	35	1,03	1,05	0,02
		1,07		
		1,05		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXVII. **Porcentaje de rendimiento másico de absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,93	0,93	0,04
		0,90		
		0,97		
	35	0,96	0,96	0,01
		0,96		
		0,95		
4 horas	25	0,97	0,95	0,04
		0,90		
		0,97		
	35	0,98	0,97	0,02
		0,99		
		0,95		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXVIII. **Porcentaje de rendimiento másico de absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Rendimiento (%)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,79	0,76	0,03
		0,76		
		0,74		
	35	0,94	0,94	0,02
		0,92		
		0,96		
4 horas	25	0,95	0,95	0,01
		0,96		
		0,95		
	35	0,93	0,96	0,02
		0,97		
		0,97		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXIX. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

No	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	15,68	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
2	12,39	Ácido n-hexadecanoico	000057-10-3
3	8,19	1-nonadeceno	018435-45-5
4	6,37	1, 2, 4-triazol	021051-17-2
5	4,03	9-tricoseno	027519-02-4
6	3,33	Heneicosano	000629-94-7
7	2,91	1-tetradeceno	001120-36-1
8	2,28	9-tricoseno	027519-02-4
9	0,56	Alcohol fenílico	000060-12-8
10	0,47	Eucaliptol	000470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXX. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

No	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	74,39	Propelinglicol	00057-55-6
2	8,17	Ácido 9, 12-Octadecadienoico	00060-33-3
3	5,65	Ácido oleico	00112-80-1
4	4,70	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico Diisocitilo ester	27554-26-3
5	4,43	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico Mono (2-etilhexil) ester	04376-20-9
6	2,69	Eucaliptol	00470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXXI. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

No	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	16,15	Ácido decanoico	000143-07-7
2	12,72	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
3	12,07	Ácido n-hexadecanoico	000057-10-3
4	7,77	9-tricoseno	027519-02-4
5	7,40	Ácido fosfinoso	000691-96-3
6	4,50	Ácido n-decanoico	000334-48-5
7	4,42	Ácido bromo-oxálico	000309-30-9
8	3,83	3-metoxi-5-metilfenol	003209-13-0
9	3,58	Heneicosano	000629-94-7
10	2,14	Eucaliptol	000470-82-6

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXII. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

núm	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	24,47	Ácido 9, 12-octadecadienoico	0000060-33-3
2	16,39	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico Mono (2-etilhexil) ester	0004376-20-9
3	8,59	Ácido oleico	0000112-80-1
4	8,45	Ácido 6-octadecenoico	0000593-39-5
5	7,57	Ácido octa-9-enoico	1000190-13-7
6	6,26	Eucaliptol	0000470-82-6
7	5,97	(+)-4-careno	0029050-33-7
8	5,24	Alcohol fenilílico	0000060-12-8
9	4,81	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico Diisocitilo ester	0027554-26-3
10	3,93	Ácido 9-octadecenoico	0000 112-79-8

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXIII. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 25 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

No	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	25,28	3, 5-dimetoxitolueno	0004179-19-5
2	18,12	9-tricoseno	0027519-02-4
3	17,01	Alcohol Fenilílico	0000060-12-8
4	11,68	1-Nonadeceno	0018435-45-5
5	8,46	Fenol	0309279-63-8
6	5,34	Heneicosano	0000629-94-7
7	2,54	Ácido Trifluoroacético	0079392-43-1
8	2,28	2-metil-pentano	0000107-83-5
9	2,21	9-eicosano	0074685-29-3
10	1,85	2-metil-2-docoseno	1000131-16-9

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXIV. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 35 °C y 2 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

Núm.	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	13,19	1-nonadeceno	018435-45-5
2	12,81	Alcohol Fenílico	000060-12-8
3	7,76	3, 5-dimetoxitolueno	004179-19-5
4	6,62	9-tricoseno	027519-02-4
5	6,52	Ácido 1,2-bencenodicarboxílico	027554-26-3
6	6,39	3-octano	014919-01-8
7	5,00	4(1H)-pirimidona	003524-87-6
8	4,48	1-Hexadeceno	000629-73-2
9	3,92	Heneicosano	000629-94-7
10	3,89	2-ciclopenten-1-ona	000080-71-7

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXV. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 25 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

No	% Área	Nombre del compuesto	Número CAS
1	21,04	Alcohol fenílico	000060-12-8
2	11,10	1-nonadecano	0018435-45-5
3	6,61	Ciclopentanona	0004041-09-2
4	6,39	9-tricoseno	0027519-02-4
5	5,44	1-(dimetilamino)pirrol	0078307-81-0
6	5,16	Heneicosano	0000629-94-7
7	4,84	1-nonadeceno	0018435-45-5
8	4,78	Eicosano	0000112-95-8
9	4,33	Ácido oxálico	1000309-30-6
10	4,05	1,2-ciclopentanodiona	0000765-70-8

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXVI. **Composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan para 35 °C y 4 horas de extracción, obtenida por medio de GC-MS**

Núm.	% Area	Nombre del compuesto	Número CAS
1	14,47	1-nonadeceno	0018435-45-5
2	13,33	Alcohol fenílico	0000060-12-8
3	8,50	9-tricoseno	0027519-02-4
4	6,82	Heneicosano	0000629-94-7
5	6,03	1-nonadeceno	0018435-45-5
6	5,97	Eicosano	0000112-95-8
7	5,09	3-hepteno	0000692-96-6
8	5,09	1-docoseno	0001599-67-3
9	5,09	1-octadeceno	0000112-88-9
10	4,39	1H-pirazol	1000130-91-9

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos en Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Tabla XXXVII. **Densidad del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,8976	0,8720	0,0245
		0,8696		
		0,8488		
	35	0,8853	0,8784	0,0060
		0,8743		
		0,8755		
4 horas	25	0,8653	0,8576	0,0085
		0,8484		
		0,8591		
	35	0,8723	0,8799	0,0072
		0,8809		
		0,8865		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXXVIII. **Densidad del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	0,9089	0,9073	0,0056
		0,9120		
		0,9011		
	35	0,9087	0,9074	0,0056
		0,9013		
		0,9123		
4 horas	25	0,8997	0,9069	0,0065
		0,9123		
		0,9087		
	35	0,9248	0,9158	0,0078
		0,9104		
		0,9123		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XXXIX. **Índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Índice de refracción (adimensional)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	1,4940	1,4983	0,0045
		1,5030		
		1,4980		
	35	1,4950	1,4960	0,0041
		1,5006		
		1,4925		
4 horas	25	1,5090	1,5073	0,0043
		1,5025		
		1,5105		
	35	1,5000	1,5000	0,0050
		1,4940		
		1,5030		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla XL. **Índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan, en función de dos tiempos y dos temperaturas de extracción**

Tiempo de extracción	Temperatura (°C)	Índice de refracción (adimensional)	\bar{X}	$\pm \sigma$
2 horas	25	1,4870	1,4923	0,0088
		1,5025		
		1,4875		
	35	1,4970	1,4955	0,0035
		1,4980		
		1,4915		
4 horas	25	1,5140	1,5043	0,0098
		1,4945		
		1,5045		
	35	1,4985	1,5020	0,0048
		1,5075		
		1,5000		

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

3.10. Análisis estadístico

Separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos. Si se extiende esta definición al ámbito estadístico, se puede afirmar que el análisis estadístico es el análisis que emplea técnicas estadísticas para interpretar datos, ya sea para ayudar en la toma de decisiones o para explicar los condicionantes que determinan la ocurrencia de algún fenómeno.

3.10.1. Diseño experimental

El diseño experimental se realizó completamente al azar, con un arreglo combinatorio. Para cada variedad de rosa se evaluaron 2 tiempos de extracción con 2 temperaturas de trabajo y se realizaron 3 repeticiones, que dieron como resultado 24 tratamientos experimentales.

3.10.2. Análisis estadístico

Dado que se analizó el efecto de dos factores sobre una variable respuesta, el experimento fue factorial de dos factores. En este caso, también fue importante determinar si existió una interacción significativa entre los dos factores, los cuales fueron: los tiempos de extracción de absoluto de rosa y la temperatura de extracción del absoluto rosa. Para ello, se llevó a cabo un análisis de varianza, conocido como Andeva, realizando uno para rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y otro para rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan.

3.10.3. Análisis de varianza (Andeva)

Técnica estadística que consiste en que cada factor de un nivel se combina con cada uno de los niveles del otro factor involucrado (tiempo de extracción y temperatura, para este caso) para formar tratamientos. Esto permite evaluar los efectos de las interacciones llevadas a cabo.

Tabla XLI. Experimento de dos factores

Factor A	Factor B		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	Y_{11}	Y_{21}	$T_{1.}$	$X_{1.}$
	Y_{12}	Y_{22}		
4 horas	Y_{11}	Y_{21}	$T_{3.}$	$X_{3.}$
	Y_{12}	Y_{22}		
Total	$T_{.1.}$	$T_{.2.}$	$T_{...}$	
Media	$X_{.1.}$	$X_{.2.}$		$X_{...}$

Fuente: elaboración propia.

Dónde:

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

$T_{.j.}$ = suma de las observaciones para la i-ésimo tiempo del factor B

$T_{...}$ = suma de todas las abn observaciones

$X_{i..}$ = media de las observaciones para la i-ésimo tiempo del factor A

$X_{.j.}$ = media de las observaciones para la i-ésimo tiempo del factor B

$X_{...}$ = media de todas las abn observaciones.

Factor A = tiempos de extracción de absoluto

Factor B = temperaturas de extracción de absoluto

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

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

Fuente: RAYMOND, Walpole. *Probabilidad y estadística*. p. 488.

Fórmulas para el cálculo de la suma de cuadrados:

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

$$SSA = \frac{\sum_{i=1}^a T^2_{i \dots}}{bn} - \frac{T^2 \dots}{abn} \quad [\text{Ecuación 2}]$$

$$SSB = \frac{\sum_{j=1}^b T^2_{\cdot j}}{an} - \frac{T^2 \dots}{abn} \quad [\text{Ecuación 3}]$$

$$SS(AB) = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T^2_{ij}}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T^2_{i \dots}}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^b T^2_{\cdot j}}{an} + \frac{T^2 \dots}{abn} \quad [\text{Ecuación 4}]$$

$$SSE = SST - SSA - SSB - SS(AB) \quad [\text{Ecuación 5}]$$

Con base en los resultados del análisis de varianza (Andeva), se evalúa el rechazo o aceptación de las hipótesis estadísticas planteadas, utilizando una distribución de Fischer, con un nivel de confianza del 95 por ciento para encontrar el valor del F crítico y, de esa manera, lograr una comparación con la F calculada, empleando el siguiente criterio:

- Siendo F calculada mayor que la F crítica, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa o, de modo contrario, se acepta la hipótesis nula rechazando la alternativa.

3.10.4. Análisis de varianza (Andeva) para el rendimiento extractivo másico

Se llevó a cabo un análisis de varianza para evaluar el efecto que tienen el tiempo y la temperatura de extracción sobre el rendimiento extractivo másico de los absolutos de rosa Véndela y rosa San Juan.

Tabla XLIII. Experimento de los factores de tiempo y temperatura para el rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela

Rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa Véndela				
Tiempo de extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	0,93	0,96	5,67	0,95
	0,90	0,96		
	0,97	0,95		
4 horas	0,97	0,98	5,76	0,96
	0,90	0,99		
	0,97	0,95		
Total	5,64	5,79	11,43	
Media	0,94	0,97		0,95

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. Análisis de varianza para el rendimiento extractivo másico de absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	0,000676	1	0,000675	0,81	0,39446	5,31766
Temperatura de extracción	0,001876	1	0,001875	2,25	0,172006	5,31766
Interacción	8,33E-06	1	8,333E-06	0,01	0,922806	5,31766
Dentro del grupo	0,006667	8	0,000833			
Total	0,009225	11				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Experimento de los factores de tiempo y temperatura para el rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan**

Rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa San Juan				
Tiempo de Extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	0,79	0,94	5,11	0,85
	0,76	0,92		
	0,74	0,96		
4 horas	0,95	0,93	5,73	0,96
	0,96	0,97		
	0,95	0,97		
Total	5,15	5,69	10,84	
Media	0,86	0,95		0,90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVI. **Análisis de varianza para el rendimiento extractivo másico de absoluto de pétalos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	0,032033	1	0,032033	80,083	1,932E-05	5,31766
Temperatura de extracción	0,024300	1	0,024300	60,750	5,265E-05	5,31766
Interacción	0,022533	1	0,022533	56,333	6,891E-05	5,31766
Dentro del grupo	0,003200	8	0,000400			
Total	0,082067	11				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Experimento de los factores de tiempo y temperatura para la densidad del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela**

Densidad de absoluto de rosa Véndela				
Tiempo de Extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	0,8976	0,8853	5,2511	0,8752
2 horas	0,8696	0,8743		
4 horas	0,8488	0,8755	5,2125	0,8688
	0,8653	0,8723		
	0,8484	0,8809		
	0,8591	0,8865		
Total	5,1888	5,2748	10,4636	
Media	0,8648	0,8791		0,8720

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **Análisis de varianza para la densidad del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	0,000124	1	0,000124	0,653	0,442340	5,317655
Temperatura de extracción	0,000616	1	0,000616	3,242	0,109442	5,317655
Interacción	0,000190	1	0,000190	1,002	0,346214	5,317655
Dentro del grupo	0,001527	8	0,000190			
Total	0,002452	11				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Experimento de los factores de tiempo y temperatura para la densidad del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan**

Densidad de absoluto de rosa San Juan				
Tiempo de Extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	0,9089	0,9087	5,4443	0,9074
	0,9120	0,9013		
	0,9011	0,9123		
4 horas	0,8997	0,9248	5,4682	0,9114
	0,9123	0,9104		
	0,9087	0,9123		
Total	5,4427	5,4698	10,9125	
Media	0,9071	0,9116		0,9094

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Análisis de varianza para la densidad del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	4,76E-05	1	4,76E-05	1,14480	0,315856	5,317655
Temperatura de extracción	6,12E-05	1	6,12E-05	1,47188	0,259652	5,317655
Interacción	5,85E-05	1	5,85E-05	1,40743	0,269519	5,317655
Dentro del grupo	0,000333	8	4,16E-05			
Total	0,000500	11				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. Experimento de factores de tiempo y temperatura para el índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela

Índice de refracción de absoluto de rosa Véndela				
Tiempo de Extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	1,4940	1,4950	8,9830	1,4972
	1,5030	1,5005		
	1,4980	1,4925		
4 horas	1,5090	1,5000	9,0220	1,5037
	1,5025	1,4950		
	1,5105	1,5050		
Total	9,0170	8,9880	18,0050	
Media	1,5028	1,4980		1,5004

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. Análisis de varianza para el índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	0,000127	1	0,000127	6,324324	0,036099	5,317655
Temperatura de extracción	7,01E-05	1	7,01E-05	3,496881	0,098408	5,317655
Interacción	1,87E-05	1	1,87E-05	0,935551	0,361752	5,317655
Dentro del grupo	0,000160	8	2,00E-05			
Total	0,000376	11				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. Experimento de factores de tiempo y temperatura para el índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela

Índice de refracción de absoluto de rosa San Juan				
Tiempo de Extracción	Temperatura de extracción		Total	Media
	25 °C	35 °C		
2 horas	1,4870	1,4970	8,9635	1,4939
	1,5025	1,4980		
	1,4875	1,4915		
4 horas	1,5140	1,4985	9,0190	1,5032
	1,4945	1,5075		
	1,5045	1,5000		
Total	8,9900	8,9925	17,9825	
Media	1,4983	1,4988		1,4985

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. Análisis de varianza para el índice de refracción del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tiempo de extracción	0,000257	1	0,000257	4,93235	0,057103	5,317655
Temperatura de extracción	5,21E-07	1	5,21E-07	0,01001	0,922774	5,317655
Interacción	2,27E-05	1	2,27E-05	0,43595	0,527634	5,317655
Dentro del grupo	0,000416	8	5,20E-05			
Total	0,000696	11				

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

A continuación se presentan, por medio de tablas y gráficas, los resultados obtenidos para el rendimiento másico extractivo del concreto y absoluto de pétalos de rosa, la composición química, densidad e índice de refracción para el absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan.

Tabla LV. **Rendimiento extractivo másico del concreto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción sólido-líquido con hexano**

Variedad de rosa	Tiempo de extracción (horas)	Temperatura de extracción (°C)	Rendimiento extractivo másico (%)
Véndela	2	25	0,9900 ± 0,0300
		35	1,0400 ± 0,0100
	4	25	1,0167 ± 0,0153
		35	1,0500 ± 0,0200
San Juan	2	25	0,8767 ± 0,0306
		35	1,0333 ± 0,0153
	4	25	0,9967 ± 0,0231
		35	1,0500 ± 0,0200

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla LVI. **Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan con etanol anhidro, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción**

Variedad de rosa	Tiempo de extracción (horas)	Temperatura de extracción (°C)	Rendimiento extractivo másico (%)
Véndela	2	25	0,9333 ± 0,0351
		35	0,9567 ± 0,0058
	4	25	0,9467 ± 0,0404
		35	0,9733 ± 0,0208
San Juan	2	25	0,7633 ± 0,0252
		35	0,9400 ± 0,0200
	4	25	0,9533 ± 0,0058
		35	0,9567 ± 0,0231

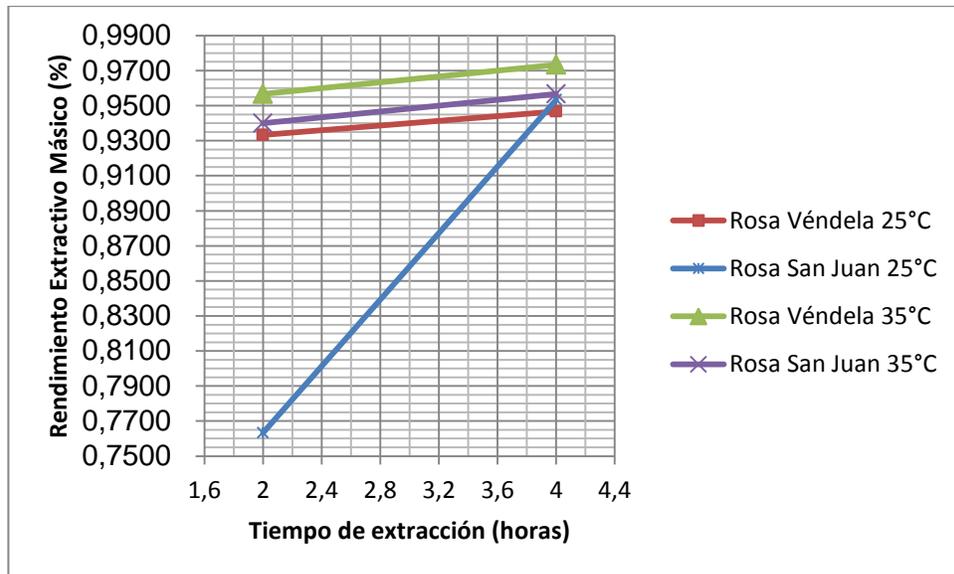
Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla LVII. **Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan con etanol anhidro, para dos tiempos en función de la temperatura de extracción**

Variedad de rosa	Temperatura de extracción (°C)	Tiempo de extracción (horas)	Rendimiento extractivo másico (%)
Véndela	25	2	0,9333 ± 0,0351
		4	0,9467 ± 0,0404
	35	2	0,9567 ± 0,0058
		4	0,9733 ± 0,0208
San Juan	25	2	0,7633 ± 0,0252
		4	0,9533 ± 0,0058
	35	2	0,9400 ± 0,0200
		4	0,9567 ± 0,0231

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Figura 12. Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos temperaturas, en función del tiempo de extracción con etanol anhidro 1



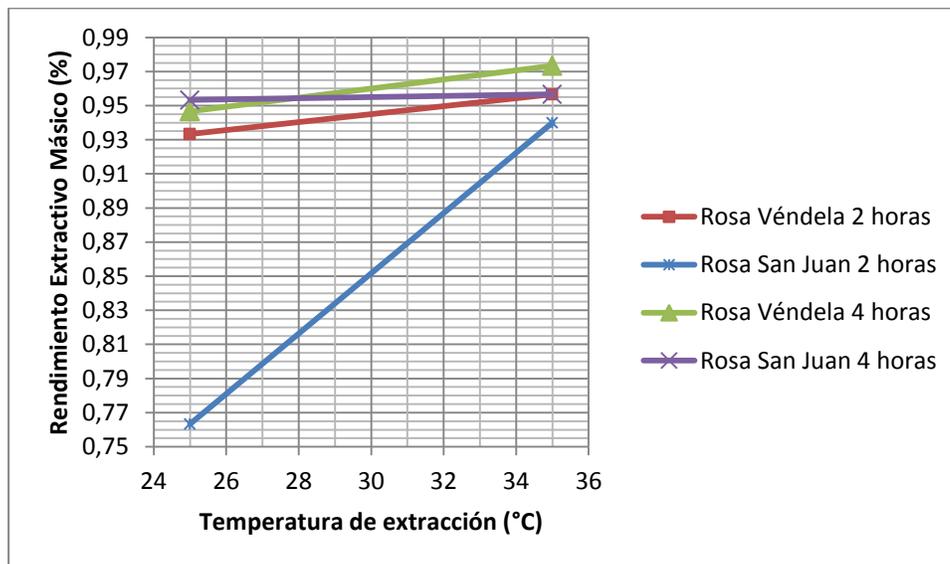
Fuente: elaboración propia, con datos de la tabla LVI.

Tabla LVIII. Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos temperaturas, en función del tiempo de extracción con etanol anhidro

Color	Variedad y temperatura de extracción	Modelo matemático	R ²
	Rosa Véndela 25 °C	$Y = 0,0016x + 0,5733$	1
	Rosa San Juan 25 °C	$Y = 0,0001x + 0,9199$	1
	Rosa Véndela 35 °C	$Y = 0,0001x + 0,9401$	1
	Rosa San Juan 35 °C	$Y = 0,0001x + 0,9233$	1

Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 8.

Figura 9. Rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y la variedad San Juan a dos tiempos, en función de la temperatura de extracción con etanol anhidro 2



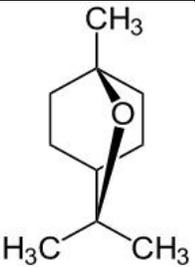
Fuente: elaboración propia, con datos de la tabla LVII.

Tabla LIX. Modelo matemático y coeficiente de correlación del rendimiento extractivo másico del absoluto de rosa Véndela y San Juan a 2 horas de extracción, en función de la temperatura

Color	Variedad y tiempo de extracción	Modelo matemático	R ²
	Véndela 2 horas	$y = 0,0023x + 0,8748$	1
	San Juan 2 horas	$y = 0,0177x + 0,3215$	1
	Véndela 4 horas	$y = 0,0027x + 0,8802$	1
	San Juan 4 horas	$y = 0,0003x + 0,9448$	1

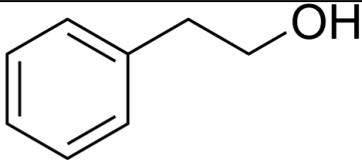
Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 9.

Tabla LX. **Porcentaje de área de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela, en función de la temperatura y tiempo de extracción**

Temperatura de extracción (°C)	Tiempo de extracción (horas)	Área de 1,8-Cineol (%)	Molécula
25	2	0,47	
	4	2,14	
35	2	2,69	
	4	6,26	

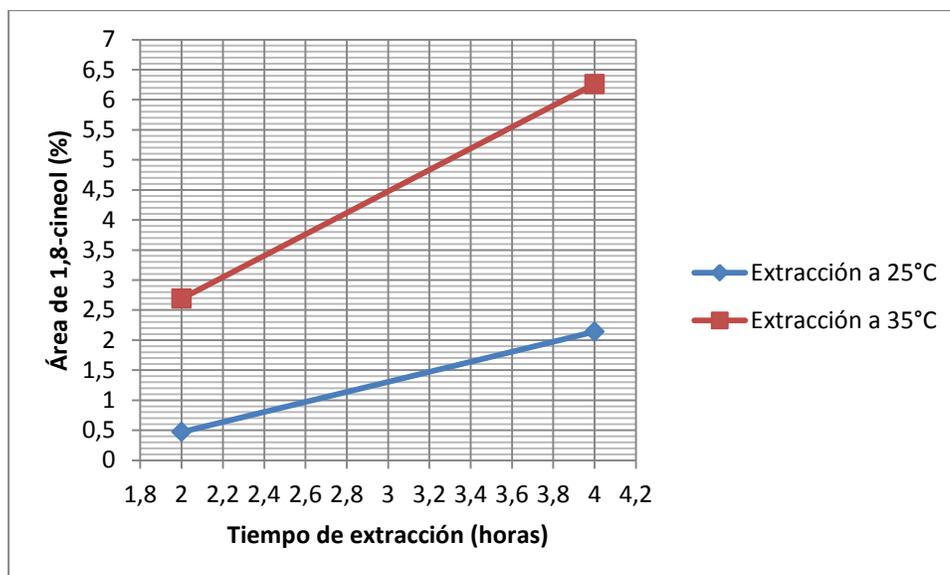
Fuente: elaboración propia, con datos del cromatograma, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Tabla LXI. **Porcentaje de área de 2-feniletanol (alcohol fenílico) en el absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan, en función de la temperatura y tiempo de extracción**

Temperatura de extracción (°C)	Tiempo de extracción (horas)	Área de 2-feniletanol (%)	Molécula
25	2	17,01	
	4	21,04	
35	2	12,81	
	4	13,33	

Fuente: elaboración propia, con datos del cromatograma, Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Figura 10. **Porcentaje de área de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción**



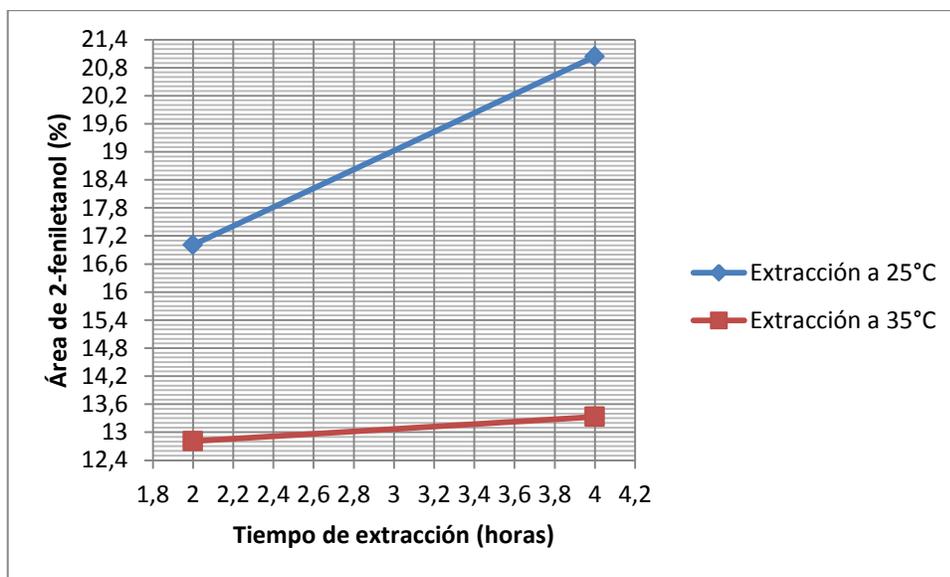
Fuente: elaboración propia con datos de la tabla LX.

Tabla LXII. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de 1,8-cineol (eucaliptol) en el absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela, a diferentes temperaturas en función del tiempo de extracción**

Color	Temperatura de Extracción	Modelo matemático	R ²
	35 °C	$y = 0,0298x - 0,88$	1
	25 °C	$y = 0,0139x - 1,20$	1

Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 10.

Figura 11. **Porcentaje de área de 2-feniletanol (alcohol fenilítico) en el absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción**



Fuente: elaboración propia, con datos de la tabla LXI.

Tabla LXIII. **Modelo matemático y coeficiente de correlación del contenido de 2-Feniletanol (alcohol fenilítico) en el absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan, a diferentes temperaturas en función del tiempo de extracción**

Color	Temperatura de Extracción	Modelo matemático	R ²
	35 °C	$y = 0,0043x + 12,29$	1
	25 °C	$y = 0,0336x + 12,98$	1

Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 11.

Tabla LXIV. **Densidad del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas y dos tiempos de extracción**

Variedad de rosa	Temperatura de extracción (°C)	Tiempo de extracción (horas)	Densidad (g/mL)
Véndela	25	2	0,8720 ± 0,0245
		4	0,8576 ± 0,0085
	35	2	0,8784 ± 0,0060
		4	0,8799 ± 0,0072
San Juan	25	2	0,9073 ± 0,0056
		4	0,9069 ± 0,0065
	35	2	0,9074 ± 0,0056
		4	0,9158 ± 0,0078

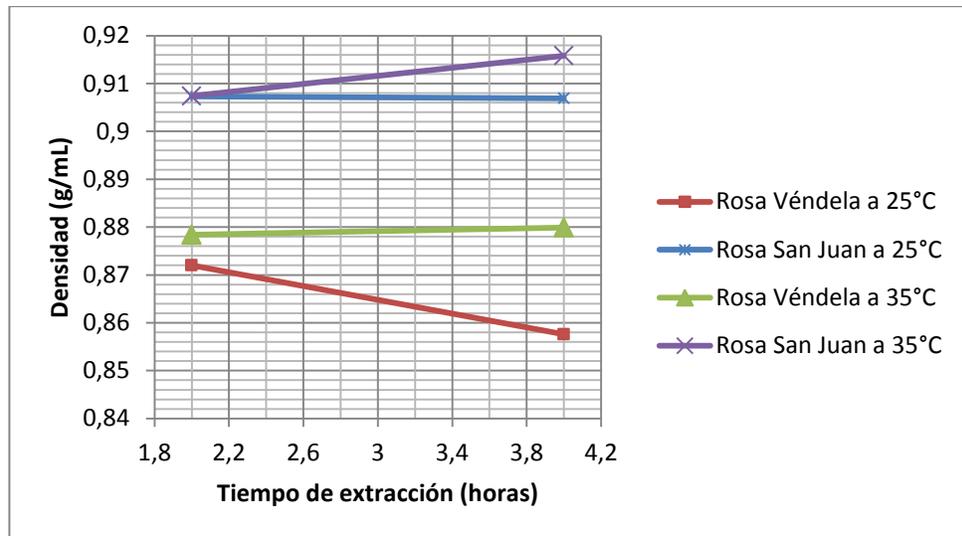
Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Tabla LXV. **Índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas y dos tiempos de extracción**

Variedad de rosa	Temperatura de extracción (°C)	Tiempo de extracción (horas)	Índice de refracción (adimensional)
Véndela	25	2	1,4983 ± 0,0045
		4	1,5073 ± 0,0043
	35	2	1,4960 ± 0,0041
		4	1,5000 ± 0,0050
San Juan	25	2	1,4923 ± 0,0088
		4	1,5043 ± 0,0098
	35	2	1,4955 ± 0,0035
		4	1,5020 ± 0,0048

Fuente: elaboración propia, con datos experimentales (LIEXEVE / CII / USAC).

Figura 12. **Densidad del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción**



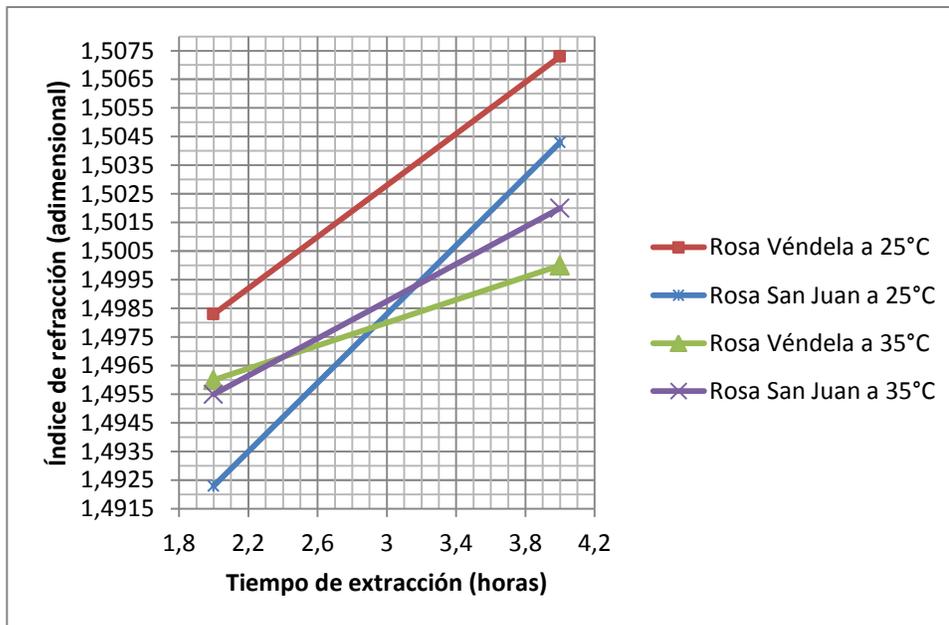
Fuente: elaboración propia, con datos de la tabla LXIV.

Tabla LXVI. **Modelo matemático y coeficiente de correlación de densidad del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan, para dos temperaturas en función del tiempo de extracción**

Color	Variedad y Temperatura de extracción	Modelo matemático	R ²
	Rosa Véndela a 25 °C	$y = -0,0001x + 0,8864$	1
	Rosa San Juan a 25 °C	$y = -3E-06x + 0,90770$	1
	Rosa Véndela a 35 °C	$y = 1E-05x + 0,8769$	1
	Rosa San Juan a 35 °C	$y = 7E-05x + 0,8990$	1

Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 12.

Figura 13. Índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan para dos temperaturas, en función del tiempo de extracción



Fuente: elaboración propia, con datos de la tabla LXV.

Tabla LXVII. Modelo matemático y coeficiente de correlación de índice de refracción del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, a 25 °C en función del tiempo de extracción

Color	Variiedad	Modelo matemático	R ²
	Rosa Véndela a 25 °C	$y = 7E-05x + 1,4893$	1
	Rosa San Juan a 25 °C	$y = 1E-04x + 1,4803$	1
	Rosa Véndela a 35 °C	$y = 3E-05x + 1,492$	1
	Rosa San Juan a 35 °C	$y = 5E-05x + 1,489$	1

Fuente: elaboración propia, con datos de la figura 13.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este trabajo de investigación, se evaluó el rendimiento extractivo másico de la extracción sólido-líquido de concreto de rosa (*Rosa* sp.) y de la extracción líquido-líquido del absoluto del mismo material en función del tiempo y temperatura de extracción. Además de una caracterización físicoquímica por medio de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas y la medición de la densidad e índice de refracción del absoluto de rosa (*Rosa* sp.) para la variedad Véndela y variedad San Juan, ambas cultivadas en Guatemala, las cuales se obtuvieron a partir del material de desecho de la actividad de decoración floral en eventos.

La materia prima fue recolectada luego de cumplir con su principal función decorativa y fue almacenada temperatura aproximada de 10 °C para que al ser manipulada para la extracción no sufriera deterioro. Cada lote de pétalos era primero tratado para disminuir el tamaño de la partícula para obtener una mayor área de contacto en la operación de transferencia de masa sólido-líquido, la cual se trabajó con el solvente orgánico hexano grado industrial, a una relación de masa/volumen de 1:6.

Una vez separado el solvente de la solución, se obtuvo el concreto de rosas al que se le adicionó etanol anhidro a 40 °C en una relación másica de 1:8 y se llevó a una temperatura de 10 °C por un lapso de 24 horas para la sedimentación de los componentes cerosos y pigmentos dentro del concreto de rosas. Finalmente, por medio de la destilación líquido-líquido se separó el etanol anhidro, con un equipo de presión de reducida, para obtener el absoluto de rosas que luego fue estudiado.

Los rendimientos máxicos resultantes de la destilación sólido-líquido para la obtención de concreto se presentan en la tabla LV, en la que se determinó que los valores presentados son mayores que los valores presentados para los rendimientos extractivos del absoluto de rosas en la tabla LVI. Esto se debe a que dentro del concreto de rosas existen componentes cerosos que hacen que su masa sea mayor y, al momento de pasar por una destilación líquido-líquido, estos compuestos, insolubles en etanol, pasan a formar parte de los desechos del absoluto de rosas.

Los rendimientos de los absolutos de rosa variedad Véndela y variedad San Juan en función del tiempo de extracción y de la temperatura de extracción se detallan en las tablas LVI y LVII, dando como resultado para la rosa variedad Véndela en la extracción a 2 horas y 25 °C un rendimiento de $0,9333 \pm 0,0351$ %, para 4 horas de extracción a 25 °C un porcentaje de rendimiento de $0,9467 \pm 0,0404$ %; $0,9567 \pm 0,0058$ % fue el rendimiento extractivo obtenido para 2 horas de extracción a 35 °C y, finalmente, para 4 horas de extracción a 35 °C se determinó un rendimiento de $0,9733 \pm 0,0208$ %. Estos valores se obtuvieron de los promedios de las 3 repeticiones llevadas a cabo para cada tratamiento evaluado.

En el caso de la rosa variedad San Juan, el rendimiento extractivo de absoluto de rosa presentó un valor mayor para 4 horas de extracción trabajado a 35 °C con un valor de $0,9567 \pm 0,0231$ % y un valor de rendimiento máxico del absoluto más bajo de $0,7633 \pm 0,0252$ % para un tiempo de 2 horas de extracción y 25 °C.

Según el análisis de varianza, presentado en la tabla XLIV, para estos resultados se determinó que no existe diferencia significativa en los rendimientos porcentuales con la variación de tiempo de extracción ni para las

diferentes temperaturas trabajadas, indicando que los porcentajes de rendimiento extractivo másico no se ven afectados de manera considerable para los diferentes valores de tiempo y temperatura de extracción.

Para el rendimiento extractivo del absoluto de rosa variedad San Juan, el análisis de varianza presentado en la tabla XLVI indicó que sí existe una diferencia significativa en cuanto al rendimiento porcentual en función del tiempo de extracción y también en función de la temperatura de extracción, por lo que en este caso un cambio en el tiempo de extracción y la temperatura de extracción afectaron de manera directa y considerable los rendimientos másicos de absoluto de rosa obtenidos.

Gráficamente, los rendimientos del absoluto de rosas para la variedad Véndela y variedad San Juan en función del tiempo de extracción se presentaron en la figura 8, evidenciando como los valores de rendimiento extractivo másico de absoluto de rosa para la variedad Véndela no tuvieron una diferencia significativa en sus diferentes tratamientos. Sin embargo, los resultados para la variedad San Juan tuvieron tendencia más marcada a aumentar con el tiempo. En la figura 9 se detalla, por otro lado, el comportamiento del porcentaje de rendimiento másico extractivo del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, pero en función de la temperatura de extracción; los resultados de la rosa variedad Véndela no presentaron diferencias considerables, a diferencia de los resultados para los rendimientos extractivos de la rosa variedad San Juan que, al igual que con el factor del tiempo, tuvieron la tendencia a aumentar con un aumento en la temperatura de extracción.

Con todos los resultados de rendimientos porcentuales trabajados fue posible determinar que la rosa variedad Véndela contiene un mayor rendimiento

extractivo en comparación con la rosa variedad San Juan. Esto conlleva a decidir que, en caso se pretenda extraer absolutos de rosa, convendría utilizar rosa Véndela. Pero, es de suma importancia considerar que la rosa variedad San Juan, por llevar un proceso pobre de producción comparado con el de la rosa variedad Véndela, tiene un costo mucho menor de compra, por lo que el factor económico también influye en esta toma de decisión.

Otro de los fines de la investigación es determinar la calidad del absoluto de rosas para las dos variedades trabajadas, para ello se llevó a cabo una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS), realizada en la Universidad del Valle de Guatemala, específicamente en el Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada del Instituto de Investigaciones. En instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, se realizaron los análisis de densidad e índice de refracción de los absolutos extraídos de los 8 tratamientos trabajados, con el objetivo de evaluar la calidad del absoluto de rosa.

En el estudio se esperaba poder determinar el contenido de citronelol y geraniol de los absolutos obtenidos para las variedades de rosa, sin embargo, luego de realizar una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS), se determinó que ninguna de las muestras analizadas contenía dichos compuestos y que las composiciones químicas de las dos especies de rosa varían entre sí. Esto, porque cada absoluto de rosa debe su composición a diversos factores, entre los que se destacan: la especie, la región de cultivo, el proceso de producción y, un factor de vital importancia, la hora del día en que es cortada la flor.

La rosa variedad Véndela es muy diferente en composición con la rosa San Juan debido a que estas variedades tienen procesos de producción y tiempos de cultivo totalmente diferentes, por lo que se volvió predictivo que sus composiciones químicas variaran. Las tablas LX y LXI, presentan los componentes mayoritarios y el porcentaje de área determinado por la GC-MS realizada para cada una de las variedades de rosa, en los que se observó que éstas no coinciden en ningún compuesto.

Para la rosa Véndela, que tiene una producción más cuidadosa y larga, se evaluó, en las 4 muestras, el contenido de 1,8-cineol o eucaliptol, y en la tabla LX se presentó el porcentaje de área, determinado en el cromatograma, que cada muestra de absoluto contiene de este compuesto. Con un valor de 6,28 % para la muestra trabajada a 4 horas y 35 °C de extracción, fue el mayor porcentaje obtenido. Estos valores se presentaron de manera gráfica en la figura 10, para determinar cómo se comportó el porcentaje de área de eucaliptol en función del tiempo y temperatura de extracción.

En el caso de la rosa San Juan, el componente principal analizado fue el 2-feniletanol o alcohol fenético, el cual presentó un valor de 21,04 % de área en el cromatograma en la muestra de 4 horas a 25 °C de extracción y, del mismo modo que para la rosa Véndela, en la tabla LXI se presentan porcentajes de área del alcohol fenético en el absoluto de rosa variedad San Juan. En la figura 11 se representa gráficamente cómo el tiempo de extracción y la temperatura afectaron estos porcentajes de área del alcohol fenético en los diferentes absolutos analizados.

Para las medidas de densidad, al igual que para la extracción de absolutos, se realizó aleatoriamente la medición de las 24 muestras con un picnómetro de 1,088 mL de volumen. La tabla LXIV contiene los resultados

obtenidos de la densidad del absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan para las temperaturas de 25 °C y 35 °C y tiempos de 2 y 4 horas de extracción.

Los valores promedios de la densidad para el absoluto de rosa variedad Véndela fueron de $0,8720 \pm 0,0245$ g/mL para un tiempo de 2 horas y 25 °C de extracción; $0,8576 \pm 0,0085$ g/mL para 2 horas y 35 °C de extracción; trabajando a 4 horas de extracción se obtuvo un resultado de $0,8784 \pm 0,0060$ g/mL 25 °C y de $0,8799 \pm 0,0072$ g/mL 35 °C, valores que no presentan variaciones considerables entre ellos.

Para la densidad del absoluto de rosa variedad San Juan, los valores promedios de densidad para 2 horas de extracción fueron de $0,9073 \pm 0,0056$ g/mL a una temperatura de 25 °C; $0,9069 \pm 0,0065$ para una temperatura de 35 °C, y trabajando con un tiempo de extracción de 4 horas se obtuvo $0,9074 \pm 0,0056$ g/mL para 25 °C y $0,9158 \pm 0,0078$ trabajando la extracción a 35 °C; los valores tienen variaciones mínimas entre ellos.

La figura 12 presenta los resultados de la densidad para la rosa variedad Véndela y variedad San Juan, en función del tiempo de extracción y de la temperatura trabajada. A pesar que dentro de la gráfica se pueden presentar tendencias diferentes entre cada serie, realmente los modelos matemáticos que se determinaron para cada recta, en la tabla LXVI, muestran como los valores de las pendientes de las gráficas tienen una tendencia al cero. Por lo tanto, indican un valor constante para la densidad de los absolutos de rosa de ambas variedades en función de cualquiera de sus factores involucrados.

El análisis de varianza, presentado en las tablas XLVIII y L, confirmó que realmente en los valores de la densidad del absoluto de rosa no existe

diferencia significativa en función de la temperatura y tiempo de extracción. Es decir que, aunque se trabaje a 2 horas, a 4 horas, a 25 °C o a 35 °C, el valor de la densidad del absoluto de rosa variedad Véndela no se verá afectado de manera considerable. El mismo caso es para el absoluto de rosa variedad San Juan que en su análisis de varianza presentó un valor de F calculado mucho menor que el valor de F crítico para el tiempo y para temperatura de extracción.

A pesar de la baja variación de los valores obtenidos de densidades del absoluto de rosa, cabe resaltar que el valor de la densidad del absoluto de rosa, al igual que la composición química, es diferente para cada una de las variedades, ya que el valor promedio de densidad del absoluto de rosa variedad Véndela menor que para la densidad del absoluto de rosa variedad San Juan.

Otro de los factores evaluados como parte de la caracterización del absoluto de rosa fue el índice de refracción. Para este caso se contó con un valor comparativo de índice de refracción teórico, con el que se pudo analizar los resultados obtenidos para los absolutos de las variedades de rosa trabajadas.

La tabla LXV presentó los resultados para el índice de refracción de la rosa variedad Véndela y variedad San Juan, en función del tiempo y temperatura de extracción. Para la variedad Véndela, se determinó un valor de índice de refracción de $1,4983 \pm 0,0045$ para 2 horas y 25 °C, de $1,5073 \pm 0,0043$ para 4 horas y 25 °C, para 35 °C de extracción presentó un valor de $1,4960 \pm 0,0041$ para 2 horas de extracción y de $1,5000 \pm 0,0050$ para 4 horas de extracción. Estos, al ser comparados con el valor teórico del índice de refracción del absoluto de rosa de 1,4800, son valores que no se encuentran desviados del valor esperado.

En el caso del absoluto de rosa variedad San Juan, los valores del índice de refracción para 25 °C de extracción fueron de $1,4923 \pm 0,0088$ para 2 horas de extracción y de $1,5043 \pm 0,0098$ para 4 horas de extracción, trabajando a 35 °C de extracción se obtuvo un valor de $1,4955 \pm 0,0035$ para 2 horas y $1,5020 \pm 0,0048$ para 4 horas. Caso similar que para el índice de refracción del absoluto de rosa variedad Véndela, estos valores no presentan una diferencia considerable con el valor teórico esperado.

Por lo explicado anteriormente, para la composición química del absoluto de rosas, siendo las características de cada variedad de rosa diferentes por diversos factores, se hace más lógico pensar que el valor de índice de refracción sería diferente del valor teórico esperado.

La figura 13 estableció la tendencia de los valores del índice de refracción de los absolutos de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, en función del tiempo y de la temperatura de extracción. Tal como pudo observarse en los modelos matemáticos que se determinaron en la tabla LXVIII, las cuatro diferentes rectas presentaron valores de pendientes cercanas a cero, por lo que su variación fue mínima o no considerable para los cambios en la temperatura y tiempo en que cada una de las muestras fue extraída.

El análisis de varianza, en las tablas LII y LIV, de los valores de índice de refracción para el absoluto de rosa variedad Véndela y variedad San Juan, presentó en ambos casos valores de F calculada menores a los valores de F crítica tanto, para el factor de temperatura como tiempo de extracción. Por lo tanto, se aceptó la hipótesis nula, como en el caso de la densidad, que indica que un cambio en el tiempo de extracción o en la temperatura de extracción no tendrá un efecto directo significativo en los valores del índice de refracción del absoluto de rosa extraído.

Un factor importante a analizar es el impacto económico que puede llegar a presentar una futura implementación de este método, ya que el absoluto de rosa es un producto sumamente delicado y de alto costo en el mercado internacional. Es importante revisar si este es un proyecto rentable o simplemente debe quedarse como una investigación.

A pesar que en este estudio la materia prima utilizada era material de desecho y no tuvo ningún costo, en las tablas XVIII y XX se presentaron los costos de la investigación a nivel laboratorio, tanto para la rosa variedad Véndela y variedad San Juan, pero tomando en cuenta los valores de compra de materia prima. En las tablas XXII y XXIV, se realizó un escalamiento de los costos a planta piloto, para determinar el costo de producción y el precio de venta del absoluto de rosa de las dos variedades de rosa y determinar la rentabilidad del proceso.

Con las características que presentó cada uno de los absolutos y con los datos actualizados al 2015 del precio del mililitro de absoluto de rosa a nivel internacional, la rosa Véndela presenta un porcentaje de ganancia estimado de 48 % y la variedad San Juan presenta un porcentaje de ganancia estimado de 32 %, a una escala planta piloto, ya que para una escala de laboratorio ambos absolutos de las variedades de rosa presentaron mayores costos que el precio de venta del producto.

A pesar que la rosa variedad San Juan tiene un costo de compra menor que la variedad Véndela, el absoluto de rosa de variedad Véndela tiene un rendimiento porcentual promedio mayor que el de rosa variedad San Juan, por lo que lo hace más factible al momento de implementar una producción masiva de este absoluto.

Estos resultados indican que este proyecto se vuelve rentable al realizarlo a escala planta piloto o en una planta especializada de extracción, ya que lo trabajado a nivel laboratorio únicamente presenta pérdidas, porque el costo de absoluto se incrementa al obtener muy poco volumen. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que esto es de vital importancia ya que los resultados indican los valores estimados que resultarán de escalar el proceso a nivel planta piloto o incluso mayor.

CONCLUSIONES

1. El rendimiento extractivo del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela no se ve afectado significativamente por el factor de tiempo de extracción, ya que los valores promedio son de 0,945 % para 2 horas de extracción y 0,9600 % para 4 horas. Mientras que, el de rosa (*Rosa sp.*) variedad San Juan sí se ve afectado significativamente por el factor de tiempo de extracción, siendo su valor mayor 0,9550 % para 4 horas de extracción.
2. El rendimiento extractivo del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela no se ve afectado significativamente por el factor de temperatura de extracción, ya que los valores promedio son de 0,9400 % para 25 °C y 0,9650 % para 35 °C. Mientras que, el absoluto de rosa San Juan sí se ve afectado significativamente por el factor de temperatura de extracción, siendo mayor para extracción a 35 °C con valor de 0,9483 %.
3. Los absolutos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan no mostraron presencia de citronelol en la composición química, en ninguna de las muestras a temperatura de 25 °C y 35 °C y tiempos de 2 horas y 4 horas de extracción trabajados. Sin embargo, se obtuvo presencia significativa de 1,8-cineol en los absolutos obtenidos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela.
4. Los absolutos de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan no mostraron presencia de geraniol en la composición química, en

ninguna de las muestras a temperatura de 25 °C y 35 °C y tiempos de 2 horas y 4 horas de extracción trabajados. Sin embargo, se obtuvo presencia significativa de 2-feniletanol en los absolutos obtenidos de rosa (*Rosa* sp.) variedad San Juan.

5. La caracterización del absoluto de rosa Véndela presentó una densidad promedio de 0,8720 g/mL e índice de refracción promedio de 1,5004 y de la rosa San Juan una densidad de 0,9093 g/mL e índice de refracción promedio de 1,4985; para los cuales los factores de tiempo y temperatura de extracción no representan diferencia significativa en los resultados.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio para evaluar el porcentaje de rendimiento extractivo de los pétalos de rosa (*Rosa sp.*) con tiempos mayores a 4 horas de extracción, con el fin de elevar el porcentaje de rendimiento extractivo.
2. Realizar un estudio para evaluar el porcentaje de rendimiento extractivo de los pétalos de rosa (*Rosa sp.*) con temperaturas mayores a 35 °C, con el fin de elevar el porcentaje de rendimiento extractivo.
3. Evaluar la composición química del absoluto de rosa (*Rosa sp.*) variedad Véndela y variedad San Juan, pero con flores frescas y no de desecho, para verificar el cambio en los porcentajes de sus componentes mayoritarios.
4. Evaluar la calidad y composición química del absoluto de pétalos de rosa (*Rosa sp.*) con otras variedades de rosa cultivadas en Guatemala, ya que actualmente existen más de 20 variedades diferentes.
5. Llevar a cabo un estudio en el que se modifiquen las variables independientes del estudio, como la región de cultivo de la rosa y la temporada de corte de la misma, ya que son factores que modifican la composición y calidad del absoluto obtenido.

BIBLIOGRAFÍA

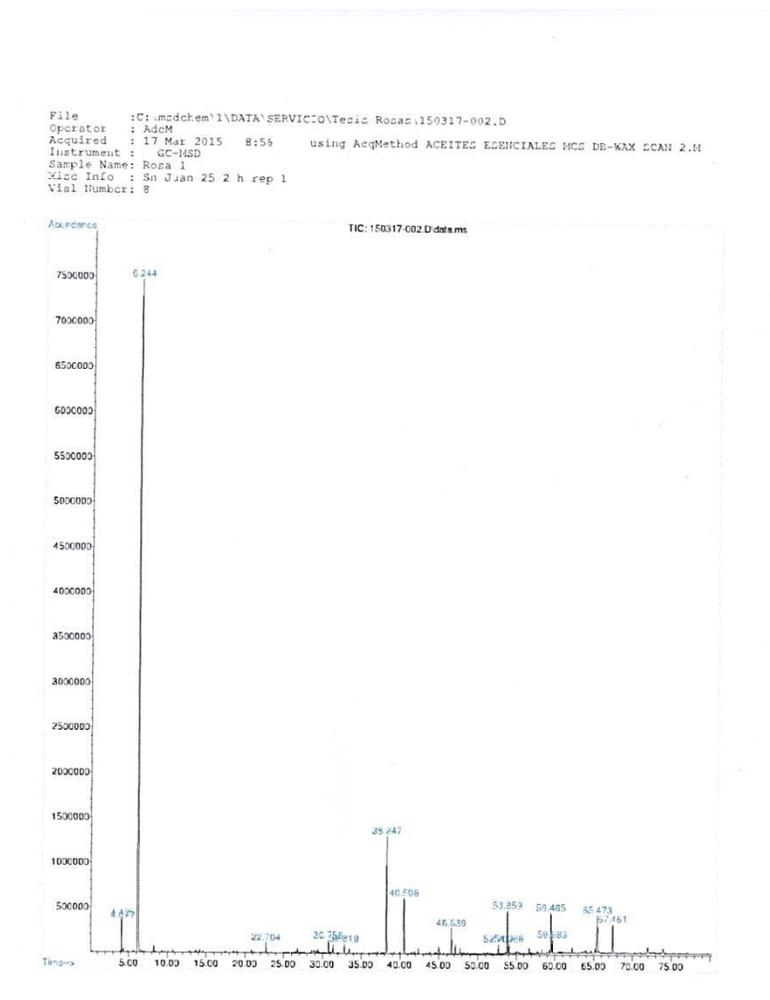
1. ALONZO MONTERROSO, *Wagner B. Evaluación del rendimiento extractivo, rendimiento volumétrico y contenido de α -pineno del aceite esencial de las hojas de ciprés (*Cupressus lusitánica Mill*) en base a tres niveles altitudinales obtenido mediante el método de hidrodestilación a escala laboratorio.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 2013. 156 p.
2. ALVARADO PINEDA, Glendy R. *Determinación del rendimiento del aceite esencial de las flores de manzanilla (*Matricaria recutita L.*) en función de la altura sobre el nivel del mar en que está cultivada, aplicando el método de extracción por arrastre con vapor a nivel laboratorio.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 122 p.
3. BOTANYUKI. *Intro al aroma de la rosa (II): el aroma del destilado: rosa Otto.* 2011. 96 p.
4. FARINIOS PEÑAFIEL, Edison R. *Evaluación del rendimiento de tres variedades de rosa (*Rosa sp*) a diferentes nivel de deshidratación en el proceso de tinturado del botón.* Tesis de Ing. Agropecuaria. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador Sede Quito, 2012. 138 p.

5. GARCÍA RÍOS, Alejandro. *Análisis de extractos y fracciones volátiles obtenidos de flores y rizomas de Hedychium coronarium Köern (Familia Zingiberacea)*. Tesis de doctorado en Ing. Química. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2008. 124 p.
6. GUENTHER, Ernest. *Essential oils*. New York: Lancaster Press, 1948. 218 p.
7. LAWLESS, Julia. *The Illustrated encyclopedia of essential oils*. 2a ed. San Francisco: Conari Press, 2013. 188 p.
8. LIMA AGUIRRE, Sergio I. *Análisis de los rendimientos obtenidos de dos especies de eucalipto trabajados en seco a nivel laboratorio y planta piloto en la extracción de su aceite esencial*. Trabajo de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 86 p.
9. MAZARIEGOS MONTERROSO, Jorge A. *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 acoplado a espectrometría de masas*. Tesis de Lic. en Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2008. 210 p.
10. PARRY, Ernest J. *The chemistry of essential oils and artificial perfumes*. 4a ed. Inglaterra: Scout, Greenwood and Son, 1921. 2 v.

11. PERRY, Robert H. *Perry's chemical engineers' handbook*. 8a ed. New York: McGraw-Hill, 2008. 112 p.
12. Pontificia Univesidad Católica de Chile. *Perfumes*. Facultad de Química. Carrera de Química y carrera de Química y Farmacia, Doctorado y Magister en Química.
13. PRIMO YÚFERA, Eduardo. *Química orgánica básica y aplicada de la molécula a la industria*. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1995. 2 v.
14. SELL, Charles y PVBUS, David. *The chemistry of fragrances*. Gran Bretaña: RSC Paperbacks, 1999. 100 p.
15. WALPOLE RONALD, Myers Raymond. *Probabilidad y estadística*. 4a ed. México: McGraw-Hill, 1992. 494 p.

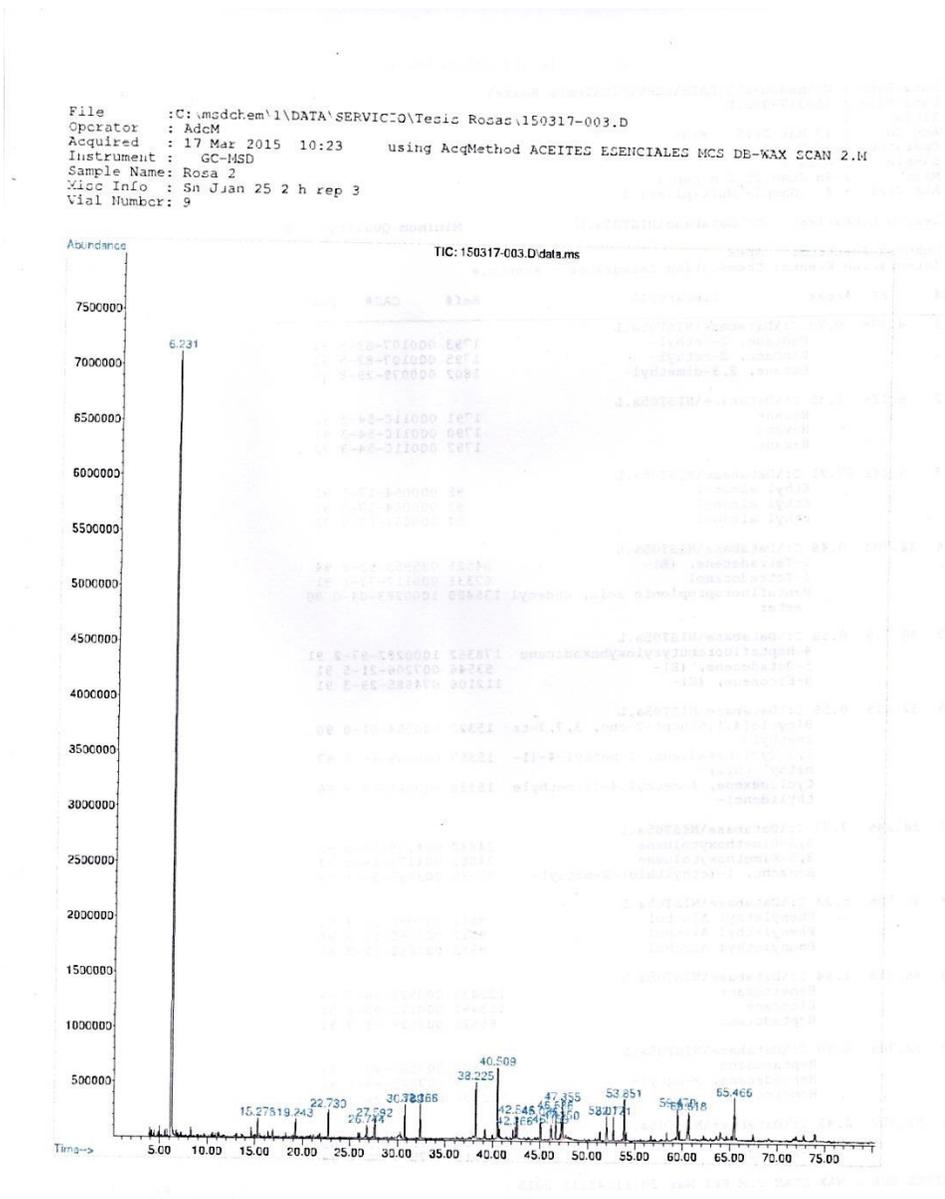
APÉNDICES

1. Cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 2 horas de extracción



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

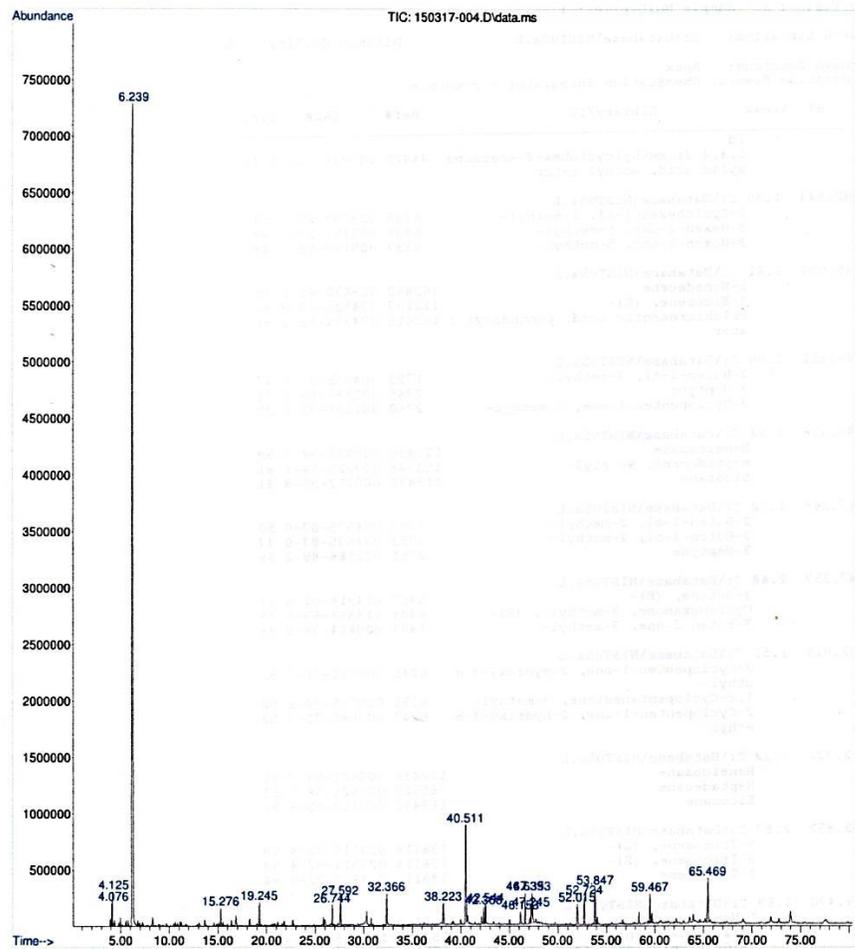
2. Cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 35 °C y 2 horas de extracción



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

3. Cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 4 horas de extracción

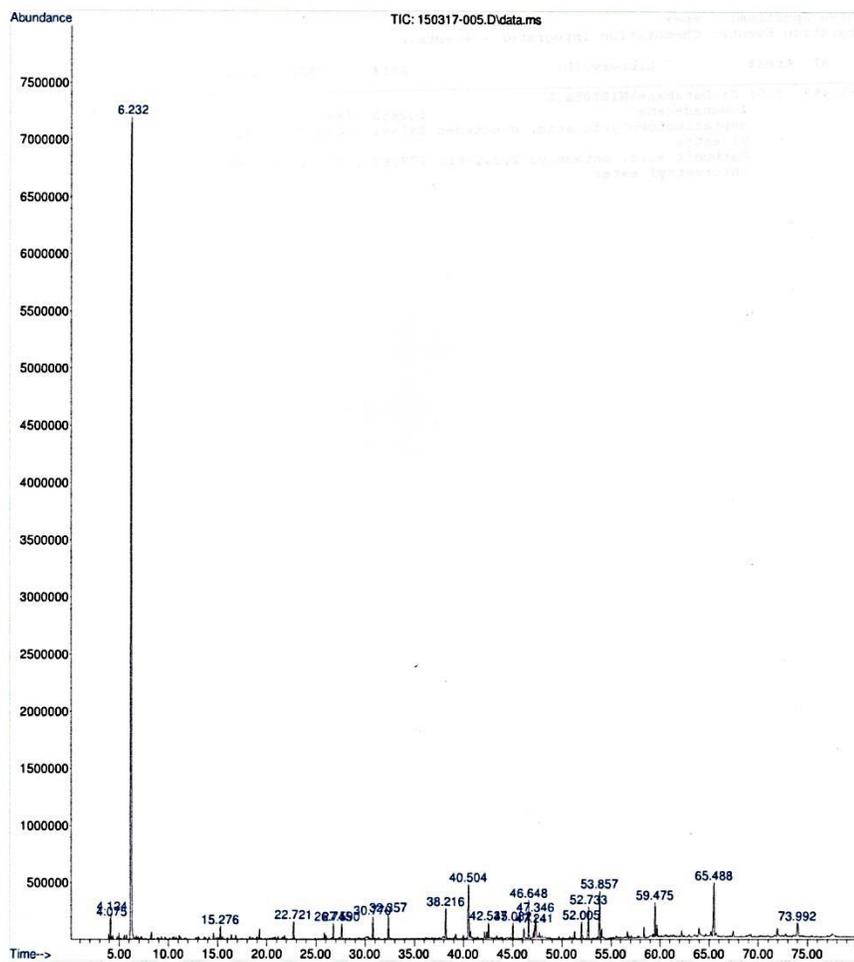
File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\150317-004.D
Operator : ADEM
Acquired : 17 Mar 2015 11:50 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Rosa 3
Misc Info : Sn Juan 25 4 h rep 3
Vial Number: 10



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

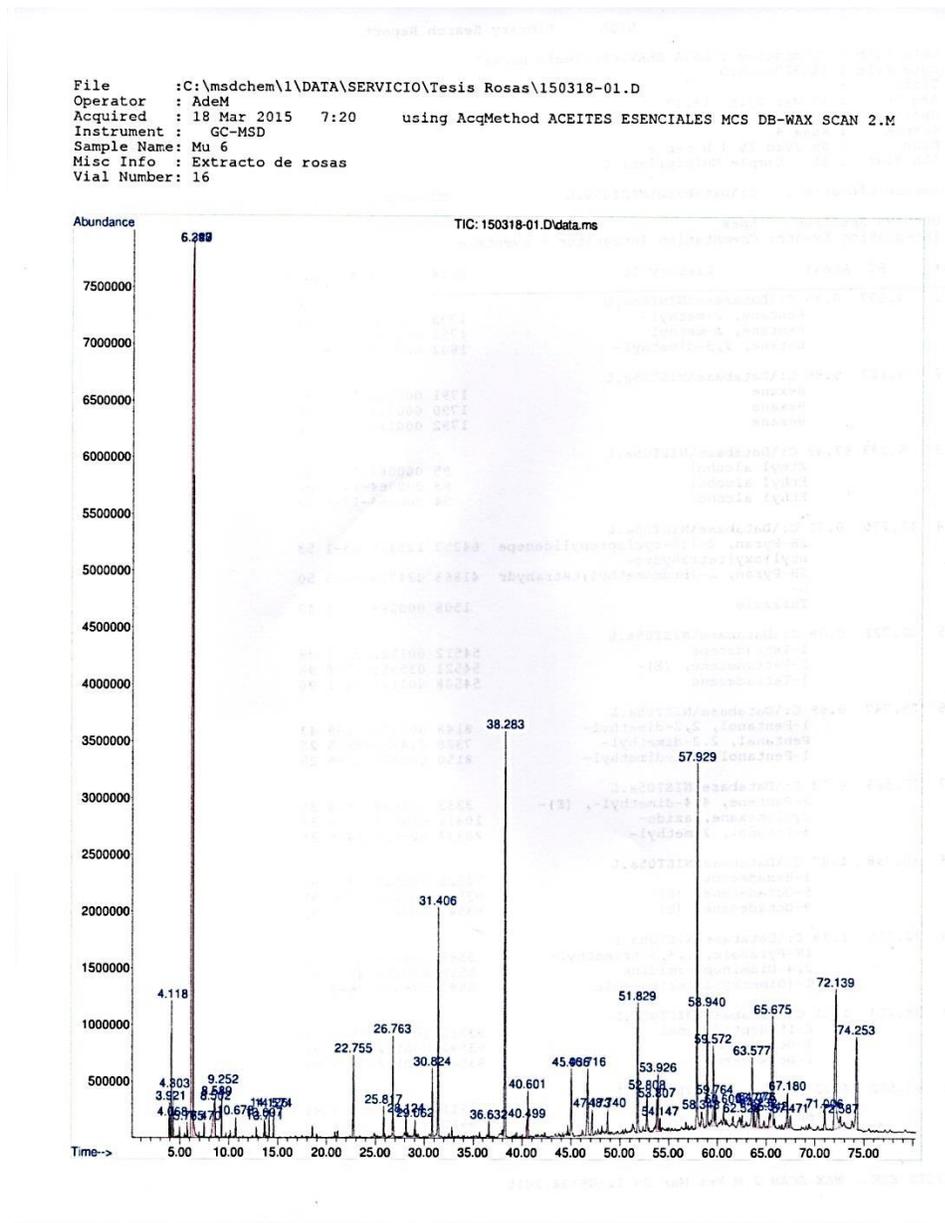
4. Cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 35 °C y 4 horas de extracción

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\150317-005.D
Operator : AdeM
Acquired : 17 Mar 2015 13:17 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Rosa 4
Misc Info : Sn Juan 35 4 h rep 3
Vial Number: 11



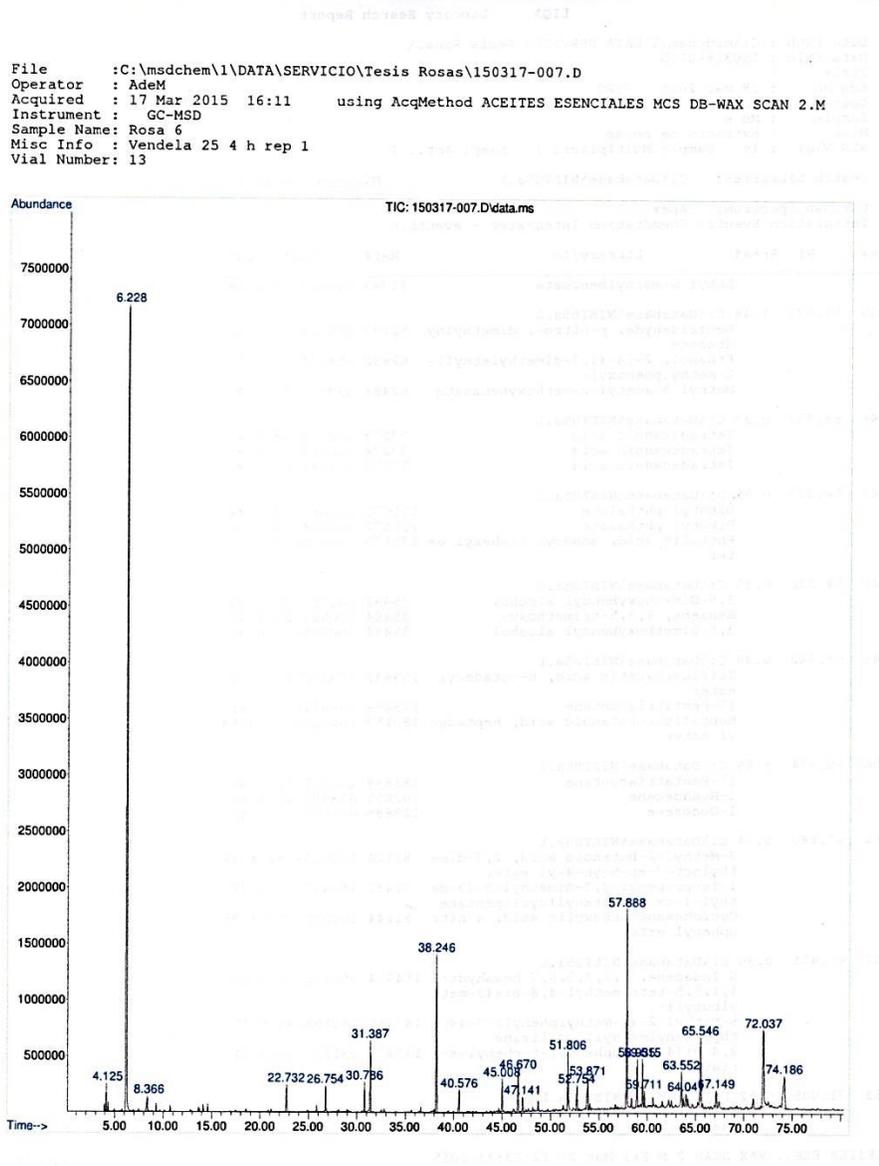
Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

5. Cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 2 horas de extracción



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

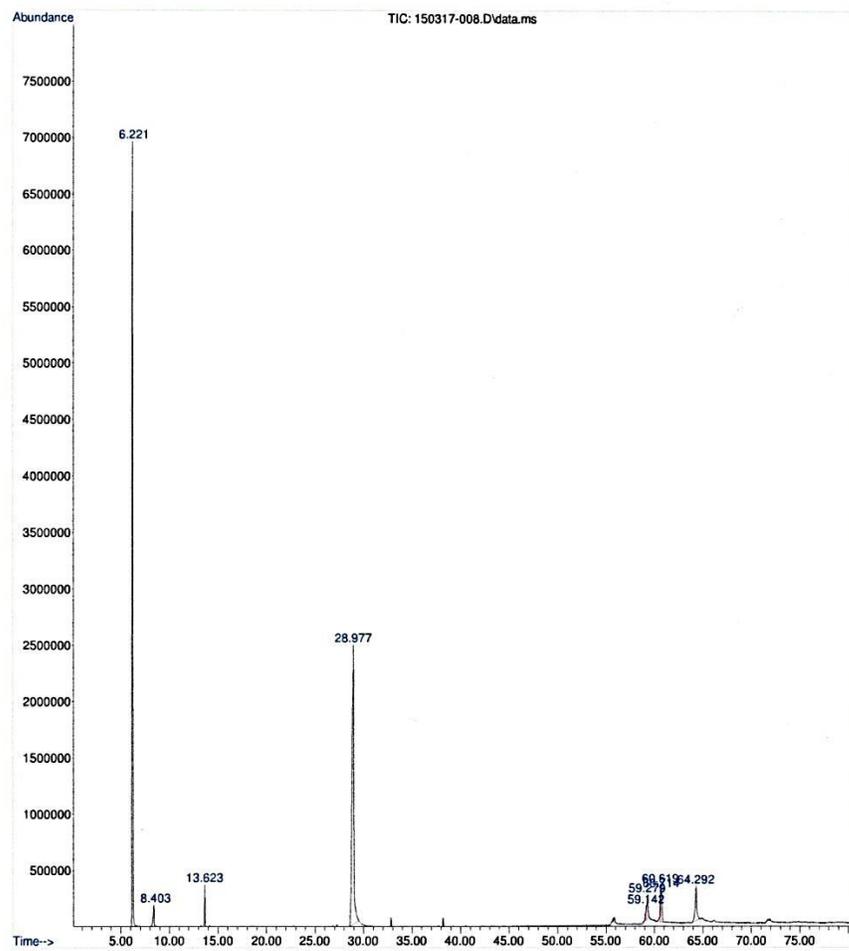
6. Cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 4 horas de extracción



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

7. Cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 35°C y 2 horas de extracción

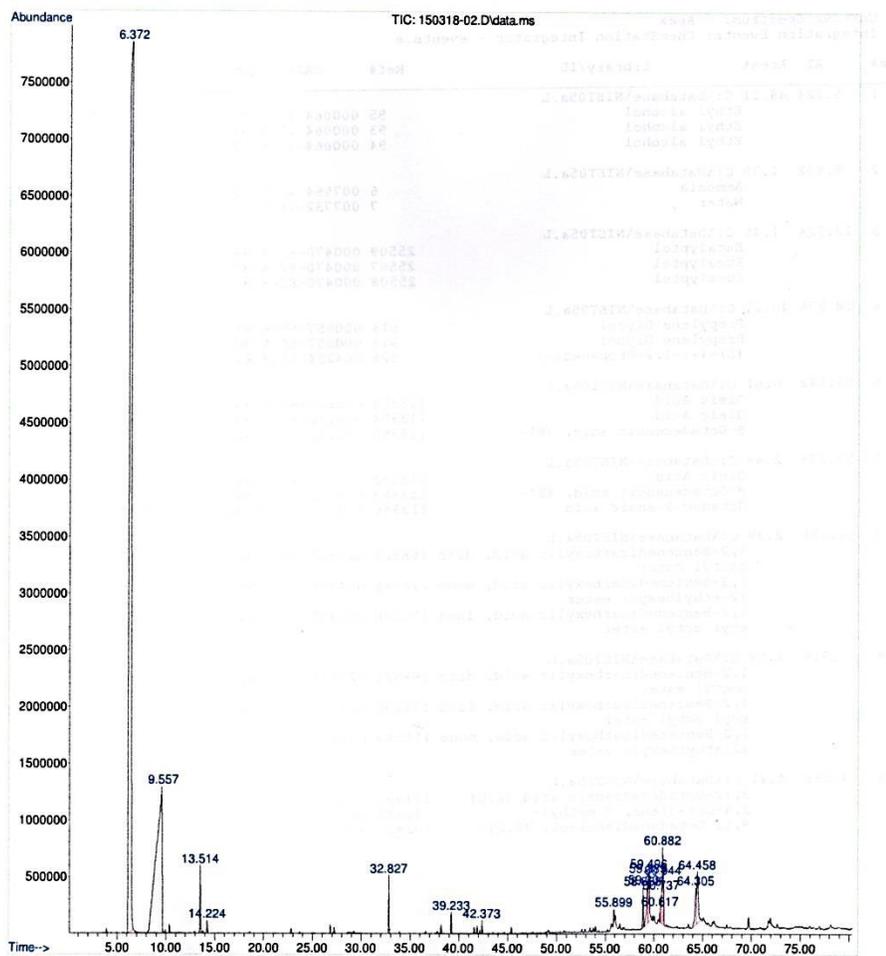
File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\150317-008.D
Operator : Adem
Acquired : 17 Mar 2015 17:38 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Rosa 7
Misc Info : Vendela 35 2 h rep 2
Vial Number: 14



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

8. Cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 35 °C y 4 horas de extracción

File :C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\150318-02.D
Operator : AdeM
Acquired : 18 Mar 2015 8:49 using AcqMethod ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Instrument : GC-MSD
Sample Name: Mu 9
Misc Info : Extracto de rosas
Vial Number: 16



Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

9. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 2 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-002.D
 Acq On : 17 Mar 2015 8:56
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 1
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 1
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150317-002.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	4.077	871	877	880	VV	347086	4607626	1.03%	0.698%
2	4.125	880	888	900	VV 2	380952	8908680	1.99%	1.349%
3	6.244	1314	1353	1411	BB 2	7456958	448491860	100.00%	67.906%
4	22.704	4953	4972	4984	BV 2	107452	3148862	0.70%	0.477%
5	30.758	5723	6743	6758	BB 3	137881	4466184	1.00%	0.676%
5	32.820	7175	7196	7216	BB 4	105243	3700091	0.83%	0.560%
7	38.247	8358	8389	8422	BB	1301331	51315118	11.44%	7.770%
8	40.505	8851	8886	8928	BB	516404	34554281	7.70%	5.232%
9	46.640	10206	10234	10252	BB 2	286256	10810089	2.41%	1.637%
10	52.707	11547	11568	11586	BB 3	106320	3938277	0.88%	0.596%
11	53.859	11794	11821	11843	BB 3	480087	19370150	4.32%	2.933%
12	54.066	11848	11867	11888	BB 2	107568	3742190	0.83%	0.557%
13	59.485	13030	13058	13084	BB	439960	17421989	3.88%	2.638%
14	59.583	13084	13102	13122	BB 3	145260	5152653	1.15%	0.780%
15	65.473	14335	14375	14407	BB 4	413616	23681850	5.28%	3.586%
16	67.461	14774	14812	14848	BB 4	315577	17152106	3.82%	2.597%

Sum of corrected areas: 660462008

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 11:45:53 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

10. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 35°C y 2 horas de extracción

```

LIQA      Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
Data File : 150317-003.D
Acq On    : 17 Mar 2015  10:23
Operator  : AdeM
Sample    : Rosa 2
Misc      : Sn Juan 25 2 h rep 3
ALS Vial  : 9   Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
Integrator: ChemStation

Method    : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Title     :

Signal    : TIC: 150317-003.D\data.ms

peak  R.T. first max last PK  peak  corr.  corr.  % of
#     min  scan scan scan TY  height area  % max. total
-----
1   6.231  1315 1351 1383 BV  7098804 376908657 100.00% 61.190%
2   15.278 3315 3340 3363 BB 4  170600  6371204  1.69%  1.034%
3   19.243 4193 4211 4230 BB 2  171050  5690613  1.51%  0.924%
4   22.730 4956 4978 5008 BB 4  257032  9067712  2.41%  1.472%
5   26.744 5844 5860 5878 BB 4  112452  3317822  0.88%  0.539%

6   27.592 6026 6047 6065 BB 4  168904  5643401  1.50%  0.916%
7   30.780 6722 6748 6769 BB 3  308727  10745572  2.85%  1.745%
8   32.366 7074 7096 7122 BB  307139 11923611  3.16%  1.936%
9   38.225 8358 8384 8418 BB 4  504080 18532865  4.92%  3.009%
10  40.509 8856 8886 8913 BV  635225 30597266  8.12%  4.967%

11  42.366 9272 9295 9314 BV 3  104493  3950593  1.05%  0.641%
12  42.546 9314 9334 9362 PB 2  200249  7987524  2.12%  1.297%
13  45.036 9850 9882 9903 BB 2  199342  7481776  1.99%  1.215%
14  46.153 10094 10127 10164 BB 6  125918  6416815  1.70%  1.042%
15  46.636 10204 10234 10251 BB 2  253567  9366555  2.49%  1.521%

16  47.250 10350 10368 10378 VV 3  157530  6284757  1.67%  1.020%
17  47.355 10378 10392 10436 VB  319521 15256264  4.05%  2.477%
18  52.017 11386 11417 11447 BB 3  214005  9306875  2.47%  1.511%
19  52.721 11542 11571 11592 BB 2  212745  8159403  2.16%  1.325%
20  53.851 11750 11820 11844 BB 3  374721 15857754  4.21%  2.574%

21  59.470 13025 13055 13074 BB 2  277484 10439184  2.77%  1.695%
22  60.618 13287 13307 13352 VB 3  247765 15555874  4.13%  2.525%
23  65.466 14332 14373 14404 BB 3  372744 21099710  5.60%  3.425%

```

Sum of corrected areas: 615961808

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 11:47:48 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

11. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 4 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-004.D
 Acq On : 17 Mar 2015 11:50
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 3
 Misc : Sn Juan 25 4 h rep 3
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150317-004.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	4.076	871	877	880	VV	197893	2581880	0.62%	0.415%
2	4.125	880	888	900	VB 2	300749	6464527	1.54%	1.039%
3	6.239	1314	1352	1385	BV	7251755	419236101	100.00%	67.355%
4	15.276	3318	3339	3363	BB 4	156866	5856484	1.40%	0.941%
5	19.245	4191	4212	4229	BV	207293	6963581	1.66%	1.119%
6	26.744	5842	5860	5880	BB 5	177098	5469496	1.30%	0.879%
7	27.592	6027	6047	6068	BB 4	242892	8532292	2.04%	1.371%
8	32.366	7070	7096	7125	BB	272986	10716761	2.56%	1.722%
9	38.223	8361	8384	8415	BB 2	183275	7820348	1.87%	1.256%
10	40.511	8855	8887	8913	BV 2	870514	41401634	9.88%	6.652%
11	42.368	9273	9295	9315	BV 3	150974	5830543	1.39%	0.937%
12	42.544	9315	9334	9361	PB 3	166381	6683549	1.59%	1.074%
13	46.153	10099	10127	10161	BB 7	105860	5367232	1.28%	0.862%
14	46.639	10205	10234	10251	BB	273004	10117665	2.41%	1.626%
15	47.245	10350	10367	10377	VV 3	127896	5082003	1.21%	0.816%
16	47.353	10377	10391	10432	VB 3	263919	12988758	3.10%	2.087%
17	52.015	11389	11416	11448	BB 3	179881	7946514	1.90%	1.277%
18	52.724	11542	11572	11591	BB 3	244069	9382531	2.24%	1.507%
19	53.847	11792	11819	11841	BB 3	329256	12585249	3.00%	2.022%
20	59.467	13024	13054	13074	BB 2	257790	9554135	2.28%	1.535%
21	65.469	14333	14374	14404	BB 4	391668	21848016	5.21%	3.510%

Sum of corrected areas: 622429299

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 11:50:05 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

12. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa San Juan a 35 °C y 4 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-005.D
 Acq On : 17 Mar 2015 13:17
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 4
 Misc : Sn Juan 35 4 h rep 3
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150317-005.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	4.075	864	877	880	BV	173294	2295942	0.58%	0.393%
2	4.124	880	888	900	VB 2	223681	5019243	1.27%	0.859%
3	6.232	1315	1351	1411	BB	7192698	394262616	100.00%	67.491%
4	15.276	3318	3339	3360	BB 5	111470	4143321	1.05%	0.709%
5	22.721	4957	4976	4988	BB 3	150079	4626240	1.17%	0.792%
6	26.745	5847	5861	5878	BB 4	134912	4021734	1.02%	0.688%
7	27.590	6030	6046	6065	BB 3	130802	4283435	1.09%	0.733%
8	30.770	6726	6745	6762	BB 2	190227	6249418	1.59%	1.070%
9	32.357	7073	7094	7118	BB 2	210604	8141689	2.07%	1.394%
10	38.216	8356	8382	8412	BB 5	258532	9418394	2.39%	1.612%
11	40.504	8860	8885	8912	BV 2	467116	24627467	6.25%	4.216%
12	42.537	9314	9332	9357	BB 4	133824	5364340	1.36%	0.918%
13	45.032	9851	9881	9902	BB 4	137602	5183770	1.31%	0.887%
14	46.648	10211	10236	10259	BB 2	332508	12613538	3.20%	2.159%
15	47.241	10350	10366	10377	VV 2	107182	4367656	1.11%	0.748%
16	47.346	10377	10390	10426	VB 2	202367	9427673	2.39%	1.614%
17	52.005	11392	11414	11440	BB 2	143486	6015529	1.53%	1.030%
18	52.733	11547	11574	11595	BB 2	279354	11038260	2.80%	1.890%
19	53.857	11784	11821	11847	BB 2	410375	15716915	3.99%	2.690%
20	59.475	13028	13056	13074	BB 2	297173	11184787	2.84%	1.915%
21	65.488	14334	14378	14404	BV 4	458649	26772330	6.79%	4.583%
22	73.992	16204	16248	16287	BB 6	114476	9396530	2.38%	1.609%

Sum of corrected areas: 584170826

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:07:24 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

13. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 2 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : AdeM
 Sample : Mu 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150318-01.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	3.921	828	843	858	BV 2	308336	8424378	1.26%	0.354%
2	4.068	868	875	878	VV	164537	2208523	0.33%	0.093%
3	4.118	878	886	900	VB	1183255	20910899	3.12%	0.877%
4	4.303	910	927	933	BV	397205	5758972	0.86%	0.242%
5	5.765	1239	1248	1263	VB	129224	3240828	0.48%	0.136%
6	6.293	1314	1364	1366	BV 4	7880552	670902645	100.00%	28.153%
7	6.327	1366	1372	1373	VV 3	7926121	166044195	24.75%	6.968%
8	6.340	1373	1375	1442	VB 3	7916515	183477909	27.35%	7.699%
9	7.470	1606	1623	1640	BB	133215	3135994	0.47%	0.132%
10	8.502	1771	1850	1854	BV 3	304079	28447565	4.24%	1.194%
11	8.589	1854	1869	1891	VB	342285	16566021	2.47%	0.695%
12	9.252	1999	2015	2031	BB	453787	11280470	1.68%	0.473%
13	10.678	2314	2328	2344	BB	179496	4826095	0.72%	0.203%
14	13.607	2956	2972	2984	BV 3	160231	4959587	0.74%	0.208%
15	13.711	2984	2995	3022	VB 2	135192	4514446	0.67%	0.189%
16	14.126	3070	3086	3108	BB 2	245891	7553650	1.13%	0.317%
17	14.574	3148	3185	3203	BB 2	247147	7695226	1.15%	0.323%
18	22.755	4957	4983	5017	BB 5	722509	31040694	4.63%	1.303%
19	25.817	5645	5657	5674	BV 2	262746	7633489	1.14%	0.320%
20	26.763	5840	5864	5876	BV	816309	24197546	3.61%	1.015%
21	28.124	6143	6164	6184	BB 2	187196	4887361	0.73%	0.205%
22	29.062	6362	6370	6381	VV 3	149360	3886574	0.58%	0.163%
23	30.824	6722	6757	6784	BB	600925	24863842	3.71%	1.043%
24	31.406	6829	6885	6910	BB	2006663	73003160	10.88%	3.063%
25	36.632	8011	8034	8055	BB 2	139296	4727133	0.70%	0.198%
26	38.283	8364	8397	8431	PB	3569861	167152777	24.91%	7.014%
27	40.499	8860	8884	8891	BV	152769	5935013	0.88%	0.249%
28	40.601	8891	8907	8931	VB 3	409720	16663912	2.48%	0.699%
29	45.036	9846	9882	9911	BV 7	582592	28939089	4.31%	1.214%
30	46.716	10197	10251	10281	BB 2	587581	35505754	5.29%	1.490%
31	47.173	10305	10352	10385	BB 4	226963	12206525	1.82%	0.512%
32	48.740	10674	10696	10728	BV 2	209133	8044188	1.20%	0.338%
33	51.829	11341	11375	11438	BB	1145717	49304290	7.35%	2.069%
34	52.808	11543	11590	11623	BV 5	342440	19480394	2.90%	0.817%
35	53.807	11791	11810	11819	VV 4	278554	11955534	1.78%	0.502%
36	53.926	11819	11836	11865	VV 3	497458	24197166	3.61%	1.015%
37	54.147	11865	11885	11911	VV 9	114871	5678202	0.85%	0.238%
38	57.929	12663	12716	12766	BB 2	3199939	158351935	23.60%	6.645%
39	58.343	12779	12807	12816	BV 6	60226	550090	0.08%	0.023%
40	58.940	12887	12939	12970	BV	1022504	39786130	5.93%	1.670%
41	59.572	13041	13077	13101	VV 3	702412	42875896	6.39%	1.799%

Continuación del apéndice 13.

42	59.764	13101	13120	13152	VB 3	255253	12457344	1.86%	0.523%
43	60.609	13278	13305	13319	BV 3	137125	4321118	0.64%	0.181%
44	62.525	13708	13727	13754	VB 5	106313	5210575	0.78%	0.219%
45	63.577	13900	13958	13981	BV 2	607221	35158177	5.24%	1.475%
46	63.777	13981	14002	14031	PB 4	199859	8883117	1.32%	0.373%
47	64.076	14034	14068	14091	BV 4	207015	15624992	2.33%	0.656%
48	64.232	14091	14102	14136	VB 4	157875	8328299	1.24%	0.349%
49	65.342	14301	14346	14364	BV 4	121527	9281726	1.38%	0.389%
50	65.675	14364	14419	14440	VV 3	968784	87312317	13.01%	3.664%
51	67.180	14720	14750	14773	VB 2	309635	17661296	2.63%	0.741%
52	67.471	14784	14814	14849	BB 9	111233	7240652	1.08%	0.304%
53	71.006	15553	15591	15634	BB 3	167824	12357615	1.84%	0.519%
54	72.139	15759	15840	15913	BV 5	1228152	131923346	19.66%	5.536%
55	72.587	15913	15939	15979	VB 4	95781	8543762	1.27%	0.359%
56	74.253	16241	16305	16352	BB 3	805461	67982280	10.13%	2.853%

Sum of corrected areas: 2383100713

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:16:12 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

14. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 4 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-007.D
 Acq On : 17 Mar 2015 16:11
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 6
 Misc : Vendela 25 4 h rep 1
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150317-007.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	4.125	879	888	900	VB	243183	3952401	1.04%	0.460%
2	6.228	1314	1350	1406	BB 2	7164143	379821300	100.00%	44.214%
3	8.366	1770	1820	1839	BV	136140	9040943	2.38%	1.052%
4	22.732	4958	4978	5015	BB 5	242305	10304392	2.71%	1.200%
5	26.754	5847	5862	5874	BV 2	217388	6092537	1.60%	0.709%
6	30.786	6727	6749	6765	BB 3	263557	9153229	2.41%	1.066%
7	31.387	6859	6881	6903	BB 2	624733	19814761	5.22%	2.307%
8	38.247	8363	8389	8422	PB	1406958	57120066	15.04%	6.649%
9	40.576	8864	8901	8926	BB 5	203117	9359665	2.46%	1.090%
10	45.008	9846	9876	9908	BB 9	292684	13687560	3.60%	1.593%
11	46.670	10210	10241	10266	BB 2	362809	16091554	4.24%	1.873%
12	47.141	10316	10345	10368	BB 4	131940	5628702	1.48%	0.655%
13	51.806	11344	11370	11415	BB 3	519157	20194914	5.32%	2.351%
14	52.754	11544	11578	11604	BB 2	217725	9589597	2.52%	1.116%
15	53.871	11787	11824	11849	BB 5	284378	15752657	4.15%	1.834%
16	57.888	12662	12707	12743	BB 2	1759827	72485086	19.08%	8.438%
17	58.935	12888	12938	12965	BV 2	429062	17153655	4.52%	1.997%
18	59.515	13040	13065	13090	BV 5	428468	19141088	5.04%	2.228%
19	59.711	13090	13108	13131	VB 4	141807	5491115	1.45%	0.639%
20	63.552	13898	13952	13978	BV 4	311585	17243321	4.54%	2.007%
21	64.041	14023	14060	14083	BV 5	113322	6555068	1.73%	0.763%
22	65.546	14350	14391	14420	VV 5	610877	39662406	10.44%	4.617%
23	67.149	14717	14743	14776	BB 4	150443	8207622	2.16%	0.955%
24	72.037	15731	15818	15882	BB 3	674549	54239301	14.28%	6.314%
25	74.186	16216	16290	16323	BB 3	280247	33259589	8.76%	3.872%

Sum of corrected areas: 859042533

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:09:02 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

15. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 35 °C y 2 horas de extracción

```

LIQA      Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
Data File : 150317-008.D
Acq On    : 17 Mar 2015  17:38
Operator  : AdeM
Sample    : Rosa 7
Misc      : Vendela 35 2 h rep 2
ALS Vial  : 14   Sample Multiplier: 1

Integration Parameters: events.e
Integrator: ChemStation

Method    : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
Title     :

Signal    : TIC: 150317-008.D\data.ms

peak  R.T.  first max last  PK  peak  corr.  corr.  % of
#     min  scan scan scan  TY  height area  % max. total
-----
1   6.221  1317 1349 1410 BB 2 6948842 340548155 100.00% 44.212%
2   8.403  1772 1828 1857 BB 2 1888848 13749456  4.04%  1.785%
3  13.623  2956 2976 2990 BB 2 370838 11171729  3.28%  1.450%
4  28.977  6256 6351 6473 BB 2 2478019 309403196 90.85% 40.168%
5  59.142  12967 12983 12985 VV 7 124435  4669612  1.37%  0.606%

6  59.279  12985 13013 13045 VV 7 212242 18790604  5.52%  2.439%
7  60.619  13283 13308 13318 VV 4 320590 18393869  5.40%  2.388%
8  60.714  13318 13329 13376 VB 2 280410 19573078  5.75%  2.541%
9  64.292  14024 14115 14187 BB 5 303945 33965008  9.97%  4.410%

Sum of corrected areas: 770264707

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:10:27 2015

```

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

16. Porcentaje de área de los picos encontrados en el cromatograma del absoluto de rosa Véndela a 35 °C y 4 horas de extracción

LIQA Area Percent Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-02.D
 Acq On : 18 Mar 2015 8:49
 Operator : AdeM
 Sample : Mu 9
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

Integration Parameters: events.e
 Integrator: ChemStation

Method : C:\msdchem\1\METHODS\ACEITES ESENCIALES MCS DB-WAX SCAN 2.M
 Title :

Signal : TIC: 150318-02.D\data.ms

peak #	R.T. min	first scan	max scan	last scan	PK TY	peak height	corr. area	corr. % max.	% of total
1	6.372	1314	1382	1450	BB 4	7832303	1376292610	100.00%	62.957%
2	9.557	1763	2082	2144	BV	1289064	509598998	37.03%	23.311%
3	13.514	2934	2952	2970	BB 2	593344	18839290	1.37%	0.862%
4	14.224	3090	3108	3126	BB 2	111741	3308094	0.24%	0.151%
5	32.827	7177	7198	7221	BB 2	509971	17925125	1.30%	0.820%
6	39.233	8583	8606	8630	BB 4	188679	7659766	0.56%	0.350%
7	42.373	9278	9296	9320	BB 3	117461	4608598	0.33%	0.211%
8	55.899	12248	12270	12286	BV 5	124553	5747783	0.42%	0.263%
9	58.868	12885	12923	12942	BV 2	350944	15657208	1.14%	0.716%
10	59.301	12942	13018	13025	PV 4	321959	25772151	1.87%	1.179%
11	59.389	13025	13037	13049	VV 7	414983	22632242	1.64%	1.035%
12	59.496	13049	13061	13112	VB 4	446667	25401214	1.85%	1.162%
13	60.617	13283	13307	13310	BV 2	120898	3681699	0.27%	0.168%
14	60.737	13317	13334	13338	VV 2	269156	11892283	0.86%	0.544%
15	60.882	13338	13365	13377	VV	669749	49215729	3.58%	2.251%
16	60.944	13377	13379	13420	VB	415262	14385099	1.05%	0.658%
17	64.305	14040	14118	14128	BV 7	323724	25775285	1.87%	1.179%
18	64.458	14128	14152	14217	VV 3	451223	47676526	3.46%	2.181%

Sum of corrected areas: 2186069700

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:22:02 2015

Fuente: cromatógrafo de gases, Laboratorio de Química Avanzada, UVG.

17. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 2 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-002.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 8:56
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 1
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 1
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.076	0.70	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2-methyl- Pentane, 2-methyl- Butane, 2,3-dimethyl-	1793 1795 1802	000107-83-5 000107-83-5 000078-29-8	91 91 70
2	4.126	1.35	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	95 91 72
3	6.242	67.91	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 93 94	000054-17-5 000054-17-5 000054-17-5	91 91 72
4	22.703	0.48	C:\Database\NIST05a.L 2-Tetradecene, (E)- 1-Tetradecanol Pentafluoropropionic acid, undecyl ester	54521 67331 135420	035953-53-8 000112-72-1 1000283-04-0	94 91 90
5	30.759	0.68	C:\Database\NIST05a.L 4-Heptafluorobutyryloxyhexadecane 5-Octadecene, (E)- 9-Eicosene, (E)-	178362 93546 112106	1000282-97-2 007206-21-5 074685-29-3	91 91 91
6	32.819	0.56	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tri- methyl- 1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methyl-ethyl)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyl- thylidene)-	15322 15357 15338	000554-51-0 000099-86-5 000586-62-9	90 87 86
7	38.246	7.77	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxytoluene 3,5-Dimethoxytoluene Benzene, 1-(ethylthio)-2-methyl-	24880 24885 25035	004179-19-5 004179-19-5 003695-36-1	95 93 53
8	40.506	5.23	C:\Database\NIST05a.L Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol	9611 9612 9613	000060-12-8 000060-12-8 000060-12-8	91 91 86
9	46.538	1.64	C:\Database\NIST05a.L Heneicosane Eicosane Heptadecane	122436 113452 85525	000529-94-7 000112-85-8 000529-78-7	99 91 91
10	52.706	0.50	C:\Database\NIST05a.L Heptacosane Heptadecane, 9-cyclopropyl- Heneicosane	165300 153749 122436	000593-49-7 007225-64-1 000529-94-7	91 91 91
11	53.857	2.93	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)-	138120 138118	027519-02-4 027519-02-4	99 99

CEITES ESE...MAX SCAN 2.M Fri Mar 20 11:42:15 2015 Page: 1

Continuación del apéndice 17.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-002.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 8:56
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 1
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 1
 ALS Vial : 2 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			9-Tricosene, (Z)-	138118	027519-02-4	99
12	54.066	0.57	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Tricosene, (Z)-	138120	027519-02-4	99
			9-Tricosene, (Z)-	138118	027519-02-4	97
			2-Methyl-2-docosene	138121	1000131-16-9	96
13	59.483	2.64	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Tricosene, (Z)-	138118	027519-02-4	99
			9-Tricosene, (Z)-	138120	027519-02-4	93
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	91
14	59.583	0.78	C:\Database\NIST05a.L			
			Trifluoroacetic acid, n-octadecyl ester	159632	079392-43-1	91
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	91
			Heptafluorobutyric acid, n-octadecyl ester	181691	00040C-57-7	91
15	65.474	3.59	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	87
			Carbonic acid, octadecyl 2,2,2-tri chloroethyl ester	179187	1000314-56-3	61
			Dichloroacetic acid, heptadecyl ester	159590	1000282-98-2	76
16	67.462	2.50	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 4-nitro-2-diphenylphosphin	147134	509279-63-8	91
			2-[5-Ethoxycarbonyl-3-(4-fluoro-phenyl)-4-methyl-3H-thiazol-2-ylidene]-malonic acid dimethyl ester	169792	1000287-10-6	64
			2,7-Dibutoxy-fluorocyclohexanone oxime	147277	1000318-21-2	42

18. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa San Juan a 35 °C y 2 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-003.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 10:23
 Operator : Adem
 Sample : Rosa 2
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 3
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.233	51.19	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	72
2	15.280	1.03	C:\Database\NIST05a.L 2-Penloxy-tetrahydropyran	37524	032767-70-7	53
			2H-pyran, 2-(bromomethyl)tetrahydr	41863	034723-82-5	53
			Thiazole	1505	000288-47-1	52
3	19.242	0.92	C:\Database\NIST05a.L 1,2,4a,4b,7,8,8a,8b-Octahydrobipho	29568	062357-80-6	74
			nylene	10196	024480-99-7	74
			3-Cyclohexene-1-acetaldehyde	5367	000694-92-8	74
4	22.750	1.47	C:\Database\NIST05a.L 1-Tetradecene	54508	001120-36-1	96
			1-Tetradecene	54512	001120-36-1	96
			2-Tetradecene, (E)-	54521	035853-53-8	95
5	26.742	0.54	C:\Database\NIST05a.L Hexane, 1-(hexyloxy)-2-methyl-	57284	074421-17-3	35
			N,N'-Diacetylenediamine	19795	000871-78-3	32
			Sulfurous acid, isohexyl 2-propyl	65345	100030-11-0	32
			ester			
6	27.593	0.92	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentene, 4,4-dimethyl-, (E)-	3333	000690-08-4	36
			1-Butene, 2,3,3-trimethyl-	3316	000594-56-9	37
			Cyclohexane, bromo-	31032	000102-85-0	35
7	30.782	1.74	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecene	74521	000629-73-2	94
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	91
			5-Octadecene, (E)-	93546	007206-21-5	91
8	32.365	1.94	C:\Database\NIST05a.L 4(1H)-Pyrimidinone, 6-methyl-	5555	003524-87-6	64
			Pyrazine, methyl-, 4-oxide	5545	025594-37-0	59
			1-(Dimethylamino)pyrrole	5581	078307-76-3	56
9	38.223	3.01	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxytoluene	24880	004179-19-5	90
			3,5-Dimethoxytoluene	24885	004179-19-5	60
			2-Ethoxy-4-methylphenol	24894	002563-07-7	43
10	40.507	4.97	C:\Database\NIST05a.L Phenylethyl Alcohol	9512	000060-12-8	91
			Phenylethyl Alcohol	9613	000060-12-8	91
			Phenylethyl Alcohol	9611	000060-12-8	91
11	42.367	0.54	C:\Database\NIST05a.L 4-(2,6,6-Trimethyl-cyclohex-1-enyl	54448	1000194-58-8	45
			-)butan-2-ol	54878	004222-56-4	45
			3,4-Dihydroxyphenylacetylformic ac			

VCBITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 11:46:48 2015

Continuación del apéndice 18.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-003.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 10:23
 Operator : Adelm
 Sample : Rosa 2
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 3
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			id			
			1,4,4-Trimethylcyclohex-2-ene-carboxylic acid, methyl ester	44425	1000187-21-8	43
12	42.544	1.30	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl- 3-Hexen-2-one, 5-methyl- 3-Hexen-2-one, 5-methyl-	6395 6349 6337	023758-27-2 005166-53-0 005166-53-0	53 49 49
13	45.037	1.21	C:\Database\NIST05a.L 1-Nonadecene 3-Eicosene, (E)- Trichloroacetic acid, pentadecyl ester	102850 112107 162015	018435-45-5 074585-33-9 074339-53-0	95 92 91
14	46.151	1.04	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl- 3-Heptyne 2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-	1753 2765 2760	004675-87-0 002586-89-2 001120-73-6	47 38 35
15	46.538	1.52	C:\Database\NIST05a.L Heptacosane Heptacosane, 9-octyl- Eicosane	122436 153748 113492	000629-94-7 007225-64-1 000112-95-8	99 91 91
16	47.248	1.02	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl- 2-Buten-1-ol, 2-methyl- 3-Heptyne	1760 1753 2765	004675-87-0 004675-87-0 002586-89-2	50 47 38
17	47.357	2.48	C:\Database\NIST05a.L 3-Octene, (E)- Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)- 3-Buten-2-one, 3-methyl-	6457 6409 1407	014918-01-8 013368-65-5 000814-78-8	43 38 38
18	52.019	1.51	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl-	6245 6231 6247	000080-71-7 000765-70-8 000080-71-7	52 52 52
19	52.720	1.32	C:\Database\NIST05a.L Heptacosane Heptacosane Eicosane	122436 85525 113492	000629-94-7 000629-78-7 000112-95-8	91 91 91
20	53.852	2.57	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 1-Tricosene	138118 138118 138118	027519-02-4 027519-02-4 018835-32-0	99 99 94
21	59.470	1.69	C:\Database\NIST05a.L 1-Nonadecene Z-12-Pentacosene 2-Chloropropionic acid, octadecyl ester	102860 152786 157163	018435-45-5 1000131-09-4 088104-31-8	91 91 87

Continuación del apéndice 18.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-003.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 10:23
 Operator : Adem
 Sample : Rosa 2
 Misc : Sn Juan 25 2 h rep 3
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
22	60.515	2.53	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Benzeneedicarboxylic acid, diis ooctyl ester	168521	027554-26-3	91
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	110588	004376-20-3	91
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, isod ooctyl ester	175200	001330-96-7	59
23	65.455	3.43	C:\Database\NIST05a.L 17-Pentatriacontene	183898	006971-40-0	90
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	83
			1-Docosene	129889	001599-57-3	81

19. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa San Juan a 25 °C y 4 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-004.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 11:50
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 3
 Misc : Sn Juan 25 4 h rep 3
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.076	0.41	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2-methyl- Butane, 2,3-dimethyl- 1-Butanol, 2,3-dimethyl-	1795 1802 4371	000107-83-5 000079-29-8 019550-30-2	91 70 54
2	4.126	1.04	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	95 91 72
3	6.237	57.35	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 93 94	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 72
4	15.275	0.94	C:\Database\NIST05a.L 2H-Pyran, 2-(bromomethyl)tetrahydr o- Thiazole 2-Pentoxy-tetrahydropyran	41863 1505 37524	034723-82-5 000288-47-1 032767-70-7	50 50 45
5	19.246	1.12	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2-methyl 3-Cyclohexene-1-acetaldehyde 1,2,4a,4b,7,8,8a,8b-Octahydrobiphe nylene	5367 10196 29568	000594-92-8 024480-99-7 062357-80-6	78 74 74
5	26.742	0.88	C:\Database\NIST05a.L Sulfurous acid, isoheptyl 2-propyl ester 1-Bromo-8-tetrahydropyranloxyocta ne 3-Methoxy-3-methyl-1-pentene	63343 119417 7388	1000309-11-6 050816-20-1 1000279-61-1	38 22 22
7	27.593	1.37	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclohexyl pentyl est er Cyclobutanecarboxylic acid, 2-prop enyl ester 2-Pentene, 4,4-dimethyl-, (E)-	86433 17887 3328	1000309-30-6 1000282-60-3 000590-08-4	43 43 43
8	32.354	1.72	C:\Database\NIST05a.L 1-(Dimethylamino)pyrrole 2,4-Diaminopyrimidine 1H-Imidazole-2-carboxaldehyde, 1-m ethyl-	5581 5519 5573	078307-76-3 000156-81-0 013750-81-7	59 53 50
9	38.223	1.25	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxytoluene 3,5-Dimethoxytoluene 2-Ethoxy-4-methylphenol	24880 24885 24894	004179-19-5 004179-19-5 002563-07-7	95 93 72
10	40.511	6.65	C:\Database\NIST05a.L Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol	9512 9511 9513	000060-12-8 000060-12-8 000060-12-8	94 94 62

Continuación del apéndice 19.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-004.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 11:50
 Operator : Adelm
 Sample : Rosa 3
 Misc : Sn Juan 25 4 h rep 3
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
11	42.367	0.94	C:\Database\NIST05a.L Cyclopent-2-ene-1-carboxylic acid, 2,3-dimethyl-1-ethyl-, ethyl este 4-Fluorobenzoic acid, tridec-2-yny l ester Pyridine-3-carboxylic acid, 1-[(bi cyclo[4.1.0]heptane-7-carbonyl)ami no]-5-oxo-1,6-dihydro-, methyl est er	54347 135839 118323	1000195-65-4 1000299-15-9 1000310-27-9	46 38 38
12	42.544	1.07	C:\Database\NIST05a.L 3-Hexen-2-one, 5-methyl- 3-Hexen-2-one, 5-methyl- Sorbic Acid	6337 6349 6178	005166-53-0 005166-53-0 000110-44-1	53 46 38
13	46.151	0.85	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl- 2-Buten-1-ol, 3-methyl- 2-Buten-1-ol, 2-methyl-	1750 1758 1753	004575-87-0 005556-82-1 004575-87-0	50 47 47
14	46.638	1.63	C:\Database\NIST05a.L Heneicosane Octacosane Heptadecane	122436 169721 85525	000629-94-7 000630-02-4 000629-78-7	99 91 91
15	47.243	0.82	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl- Hexanoic acid, 1,1-dimethylpropyl ester 1,2-Dimethylcyclopentanol	1750 47277 7358	004575-87-0 116423-69-9 019550-45-9	35 35 30
16	47.352	2.09	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentanone, 2,5-dimethyl- Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)- Pentane, 3-methylene-	6405 6409 1469	004041-09-2 013368-55-5 000760-21-4	53 50 46
17	52.014	1.28	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Cyclopentanedione, 3-methyl- 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-m ethyl- Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)-	6229 6247 6409	000765-70-8 000080-71-7 013368-55-5	54 52 46
18	52.724	1.51	C:\Database\NIST05a.L Heneicosane Tetratriacontane Eicosane	122436 162859 113452	000629-94-7 014167-59-0 000112-95-8	91 91 91
19	53.848	2.02	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)-	138118 138120 138119	027519-02-4 027519-02-4 027519-02-4	99 99 99
20	59.455	1.53	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 1-Nonadecene 2-Methyl-2-docosene	138118 102850 138121	027519-02-4 018435-45-5 1000131-16-9	99 94 92

Continuación del apéndice 19.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-004.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 11:50
 Operator : Adem
 Sample : Rosa 3
 Misc : Sn Juan 25 4 h rep 3
 ALS Vial : 10 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
21	65.459	3.51	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	90
			Heptafluorobutyric acid, n-octadecyl ester	181691	000400-57-7	83
			Carbonic acid, octadecyl 2,2,2-tri chloroethyl ester	179187	1000314-56-3	81

20. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa San Juan a 35 °C y 4 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesia Rosas\
 Data File : 150317-005.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 13:17
 Operator : AdelH
 Sample : Rosa 4
 Misc : Sn Juan 35 4 h rep 3
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.077	0.39	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2-methyl- Pentane, 2-methyl- Butane, 2,3-dimethyl-	1793 1795 1802	000107-83-5 000107-83-5 000079-29-8	91 91 70
2	4.127	0.86	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	95 91 72
3	5.233	57.49	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 93 94	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 72
4	18.275	0.71	C:\Database\NIST05a.L 2H-Pyran, 2-[(5-cyclopropylidenepe ntylloxy)tetrahydro- 2H-Pyran, 2-(bromomethyl)tetrahydr o- Thiazole	64257 41853 1508	123416-83-1 034723-82-5 000288-47-1	53 50 47
5	22.721	0.79	C:\Database\NIST05a.L 1-Tetradecene 2-Tetradecene, (E)- 1-Tetradecene	54512 54521 54508	001120-36-1 035953-53-8 001120-36-1	98 98 95
6	26.747	0.59	C:\Database\NIST05a.L 1-Pentanol, 2,2-dimethyl- Pentanol, 2,2-dimethyl- 1-Pentanol, 2,2-dimethyl-	8148 7328 8150	002370-12-9 014250-88-5 002370-12-9	43 25 25
7	27.588	0.73	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentene, 4,4-dimethyl-, (E)- Cyclohexane, azido- 3-Octanol, 2-methyl-	3333 10431 20334	000590-08-4 019573-22-9 025533-34-5	35 35 35
8	30.768	1.07	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecene 5-Octadecene, (E)- 9-Octadecene, (E)-	74521 93546 93547	000529-73-2 007206-21-5 007206-25-9	98 91 91
9	32.355	1.39	C:\Database\NIST05a.L 1H-Pyrazole, 1,3,5-trimethyl- 2,4-Diaminopyrimidine 1-(Dimethylamino)pyrrole	5588 5519 5581	001072-91-6 000156-81-0 078307-76-3	72 59 59
10	38.214	1.51	C:\Database\NIST05a.L E-15-Heptadecenal 1-Octadecene 1-Octadecene	93518 93542 93544	1000130-97-9 000112-88-9 000112-88-9	97 96 93
11	40.502	4.22	C:\Database\NIST05a.L Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol	9511 9512 9513	000060-12-8 000060-12-8 000060-12-8	91 91 87

Continuación del apéndice 20.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA.SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-005.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 13:17
 Operator : Adem
 Sample : Rosa 4
 Misc : San Juan 35 4 h rep 3
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
12	42.535	0.92	C:\Database\NIST05a.L Sorbic Acid Sorbic Acid 3-Hexen-2-one, 5-methyl-	5178 6181 5349	000110-44-1 000110-44-1 005166-53-0	46 43 41
13	45.032	0.84	C:\Database\NIST05a.L 9-Eicosene, (E)- 1-Nonadecene 3-Eicosene, (E)-	112105 102850 112107	074685-30-5 018435-45-5 074685-33-9	97 95 92
14	45.647	2.15	C:\Database\NIST05a.L Heneicosane Heptadecane, 9-octyl- Eicosane	122436 153748 113492	000529-94-7 007225-64-1 000112-95-8	99 91 91
15	47.239	0.75	C:\Database\NIST05a.L 2-Buten-1-ol, 2-methyl- 2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl- 1,5-Heptadiene-3,4-diol	1760 2760 11825	004575-87-0 001120-73-5 051945-98-3	50 41 38
16	47.348	1.51	C:\Database\NIST05a.L 3-Heptene, 2-methyl-, (E)- 3-Buten-2-one, 3-methyl- Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)-	6567 1407 6409	000592-96-6 000814-78-8 013368-65-5	45 38 38
17	52.005	1.03	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- Cyclohexanone, 3-methyl-, (R)-	6247 6245 6409	000080-71-7 000080-71-7 013368-65-5	52 52 45
18	52.733	1.89	C:\Database\NIST05a.L Eicosane Heptadecane, 9-octyl- Heneicosane	113492 153748 122436	000112-95-8 007225-64-1 000529-94-7	91 91 91
19	53.857	2.59	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)-	138118 138120 138119	027519-02-4 027519-02-4 027519-02-4	99 99 99
20	59.474	1.91	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 1-Nonadecene 9-Tricosene, (Z)-	138118 102850 138120	027519-02-4 018435-45-5 027519-02-4	99 94 93
21	55.488	4.58	C:\Database\NIST05a.L 1-Nonadecene Dichloroacetic acid, heptadecyl ester 2-Chloropropionic acid, hexadecyl ester	102850 159590 143599	018435-45-5 1000282-98-2 086711-81-1	87 81 80
22	73.984	1.61	C:\Database\NIST05a.L 1-Docosene 17-Pentatriacontene	129889 183898	001599-67-3 005971-40-0	91 87

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.N Fri Mar 20 12:06:38 2015

Page: 2

Continuación apéndice 20.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rocas\
Data File : 150317-005.D
Title :
Acq On : 17 Mar 2015 13:17
Operator : AdaM
Sample : Rosa 4
Misc : Sn Juan 35 4 h rep 3
ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-Eicosanol	123792	000529-96-9	80

21. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 2 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : Adem
 Sample : Mu 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.922	0.35	C:\Database\NIST05a.L Carbon dioxide	80	000124-38-9	4
			L-Alanine, methyl ester	4451	010065-72-2	4
			d-Alanine	2112	000338-69-2	4
2	4.057	0.09	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2-methyl-	1795	000107-83-5	83
			Pentane, 2-methyl-	1793	000107-83-5	80
			Butane, 2,3-dimethyl-	1802	000079-29-8	49
3	4.117	0.88	C:\Database\NIST05a.L Hexane	1791	000110-54-3	94
			Hexane	1790	000110-54-3	91
			Hexane	1792	000110-54-3	91
4	4.304	0.24	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, methyl-	1458	000096-37-7	94
			Cyclopentane, methyl-	1455	000096-37-7	86
			Propane, 2-cyclopropyl-	1472	003536-35-5	78
5	5.764	0.14	C:\Database\NIST05a.L 2-Butanone	637	000078-93-3	86
			2-Butanone	635	000078-93-3	86
			2-Butanone	634	000078-93-3	86
6	6.292	28.15	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
7	6.328	6.97	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
8	6.342	7.70	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
9	7.470	0.13	C:\Database\NIST05a.L 2H-Pyran, 3,4-dihydro-6-methyl-	3156	015015-11-5	80
			3-Penten-2-one, 3-methyl-	3171	000565-62-8	58
			5-Hexen-2-one	3093	000109-49-9	53
10	8.502	1.19	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007564-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
11	8.589	0.70	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007564-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
12	9.253	0.47	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexanone	3696	000591-78-6	91
			2-Hexanone	3697	000591-78-6	91
			2-Hexanone	3692	000591-78-6	91

Continuación del apéndice 21.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : Adem
 Sample : 1406
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
13	10.576	0.20	C:\Database\NIST05a.L Furan, 2,5-dihydro-2,5-dimethoxy- Furan, 2,5-dihydro-2,5-dimethoxy- 2-Isobutylthiazole	12843 12842 18302	000332-77-4 000332-77-4 018640-74-9	43 38 37
14	13.606	0.21	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25509 25507 25508	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	99 97 96
15	13.710	0.19	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexanol 2-Hexanol 2-Heptanol, (S)-	4306 4310 8097	000626-93-7 000626-93-7 006033-23-4	83 78 64
16	14.124	0.32	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentanol, 1-methyl- 4-Hexen-3-ol 1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3808 3706 3815	001462-03-9 004798-58-7 002088-07-5	91 53 53
17	14.575	0.32	C:\Database\NIST05a.L 1-Dodecene Cyclopropane, nonyl- 1-Undecanol	34946 34976 37772	000112-41-4 074663-85-7 000112-42-5	93 93 86
18	22.753	1.30	C:\Database\NIST05a.L 1-Tetradecene 1-Dodecene 5-Tetradecene, (E)-	54510 34946 54528	001120-36-1 000112-41-4 041446-56-5	86 70 62
19	25.819	0.32	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentanol, 5-methoxy-2-methyl- 2,2-Dimethylbutanedioic acid 2-Butanol, 2,3-dimethyl-	13997 21000 4373	055724-04-4 000597-43-3 000594-60-5	47 38 38
20	26.750	1.02	C:\Database\NIST05a.L 1-Pentanol, 2,2-dimethyl- Hexane, 2,3,3-trimethyl- Pentane, 3-ethyl-2,4-dimethyl-	8150 12312 12347	002370-12-4 016747-28-7 001068-87-7	47 38 38
21	28.125	0.21	C:\Database\NIST05a.L 3-Pentanol, 2-methyl- 3-Pentanol, 2-methyl- 3-Hexanol	4357 4344 4317	000565-67-3 000565-67-3 000523-37-0	43 43 38
22	29.052	0.16	C:\Database\NIST05a.L Oxirane, 2-methyl-3-propyl-, cis- 2-Pentanol, 3-chloro-4-methyl-, (R *,S*)-(./-.)- 2-Hexanol	3866 15566 4312	005124-90-9 074685-48-5 000626-93-7	72 59 52
23	30.822	1.04	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexadecane 1-Hexadecene 7-Hexadecene, (Z)-	74524 74521 74527	000295-65-8 000629-73-2 035507-09-6	94 93 91

Continuación del apéndice 21.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : AdeM
 Sample : Mu 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
24	31.405	3.05	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, bromo- Oxalic acid, cyclohexyl octyl este Oxalic acid, dicyclohexyl ester	31030 114507 94492	000108-85-0 1000309-31-0 1000309-30-9	59 59 59
25	35.531	0.20	C:\Database\NIST05a.L 2-Hexanone, 5-(acetyloxy)- 2-Pentanone, 3-methylene- 2-Hexanone, 5-methoxy-	28730 3156 13008	004305-26-4 004359-77-7 029006-00-6	53 43 35
26	38.282	7.01	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxytoluene 3,5-Dimethoxytoluene Benzene, 1-(ethylthio)-2-methyl-	24880 24885 25035	004179-19-5 004179-19-5 003595-36-1	96 94 59
27	40.497	0.25	C:\Database\NIST05a.L Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol Phenylethyl Alcohol	9611 9612 9613	000060-12-8 000060-12-8 000060-12-8	91 90 72
28	40.602	0.70	C:\Database\NIST05a.L 2-5-Nonadecene 9-Nonadecene 1-Nonadecene	102851 102857 102850	1000131-11-8 031035-07-1 018435-45-5	95 95 93
29	45.037	1.21	C:\Database\NIST05a.L Z,E-2,13-Octadecadien-1-ol E,Z-2,13-Octadecadien-1-ol Z-1,5-Tridecadiene	102829 102828 43180	1000131-10-3 1000131-10-0 1000130-98-3	86 70 70
30	46.715	1.49	C:\Database\NIST05a.L Heneicosane Heptadecane, 9-octyl- Eicosane	122436 153748 113492	000529-94-7 007225-54-1 000112-95-8	99 91 91
31	47.175	0.51	C:\Database\NIST05a.L 2-5-Nonadecene 9-Nonadecene 1-Nonadecene	102851 102857 102850	1000131-11-8 031035-07-1 018435-45-5	99 99 97
32	48.739	0.34	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- 3-Allyl-5-methoxyphenol Eugenol	31835 31757 31714	001941-12-4 000501-19-9 000097-53-0	98 98 98
33	51.828	2.07	C:\Database\NIST05a.L n-Decanoic acid n-Decanoic acid n-Decanoic acid	37498 37496 37494	000334-48-5 000334-48-5 000334-48-5	98 76 76
34	52.806	0.82	C:\Database\NIST05a.L Tetraatriacontane Eicosane Heptadecane	182859 113492 85525	014167-59-0 000112-95-8 000529-78-7	91 91 91
35	53.807	0.50	C:\Database\NIST05a.L 3-Methyl-2-butenoic acid, allyl es	17846	051552-26-2	27

Continuación del apéndice 21.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : Adem
 Sample : Mu 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ter Cyclopropanol, 1-(3,7-dimethyl-1-o ctenyl)-	54447	065147-72-0	25
			1-Imidazol-1-yl-3-methylbut-2-en-1 -one	23361	061985-22-6	22
36	53.925	1.02	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)-	138118 138120 138119	027519-02-4 027519-02-4 027519-02-4	99 99 99
37	54.148	0.24	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 11-Tricozene	138120 138119 138117	027519-02-4 027519-02-4 052078-56-5	99 93 92
38	57.328	6.64	C:\Database\NIST05a.L Dodecanoic acid Dodecanoic acid Dodecanoic acid	57057 57059 57054	000143-07-7 000143-07-7 000143-07-7	99 97 95
39	58.342	0.02	C:\Database\NIST05a.L 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxym ethyl) 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxym ethyl)- 4-Octen-3-one	10777 10778 10974	000067-47-0 000067-47-0 014129-48-7	64 64 45
40	58.842	1.67	C:\Database\NIST05a.L 3-Methoxy-5-methylphenol Phenol, 3-methoxy-2-methyl- 2-Methoxybenzyl alcohol	16729 16759 16711	003209-13-0 006971-52-4 000612-16-8	95 80 56
41	59.570	1.80	C:\Database\NIST05a.L 9-Tricosene, (Z)- 9-Tricosene, (Z)- 1-Nonadecene	138118 138119 102860	027519-02-4 027519-02-4 018435-45-5	99 91 90
42	59.765	0.52	C:\Database\NIST05a.L 2-12-Pentacosene 9-Tricosene, (Z)- Trifluoroacetic acid, n-octadecyl ester	152786 138118 159632	1000131-09-4 027519-02-4 079392-43-1	93 90 90
43	60.607	0.18	C:\Database\NIST05a.L Benzenepropanoic acid, 3,5 bis(1,1 -dimethylethyl)-4-hydroxy-, methyl ester 3,5-Di-tert-butyl-4-trimethylsilox ytoluene 2-Fropenoic acid, 2-cyano-3-(3-phe nylphenyl)-, ethyl ester	119794 119809 110103	006386 38 5 018510-49-1 1000080-00-3	91 58 43
44	62.526	0.22	C:\Database\NIST05a.L 3,4-Dimethylbenzyl isothiocyanate 3-(4-Cyanomethyl-1H-pyrrol-3-yl)-p ropionitrile	40919 29355	206559-59-3 106491-24-1	25 22

Continuación del apéndice 21.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : AdeM
 Sample : Mu 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Ethyl m-methylbenzoate	31748	000120-33-2	18
45	63.577	1.48	C:\Database\NIST05a.L Benzaldehyde, p-nitro-, dimethylhydrazone	52177	010424-92-7	50
			Ethanol, 2-[4-(1,1-dimethylethyl)-2-methylphenoxy]-	62832	054934-87-1	50
			Methyl 5-acetyl-2-methoxybenzoate	62488	039971-36-3	47
46	63.777	0.37	C:\Database\NIST05a.L Tetradecanoic acid	77273	000544-63-8	96
			Tetradecanoic acid	77274	000544-63-8	95
			Tetradecanoic acid	77275	000544-63-8	95
47	64.077	0.65	C:\Database\NIST05a.L Dibutyl phthalate	110571	000084-74-2	92
			Dibutyl phthalate	110572	000084-74-2	64
			Phthalic acid, dodecyl isohexyl ester	175179	1000309-05-2	59
48	64.232	0.35	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxybenzyl alcohol	35492	000705-76-0	94
			Benzene, 1,3,5-trimethoxy-	35484	000521-23-8	91
			3,5-Dimethoxybenzyl alcohol	35494	000705-76-0	90
49	65.342	0.39	C:\Database\NIST05a.L Trifluoroacetic acid, n-octadecyl ester	159632	079392-43-1	83
			17-Pentatriacontene	183898	006971-40-0	81
			Heptafluorobutanoic acid, heptadecyl ester	180157	1000282-97-3	64
50	65.674	3.65	C:\Database\NIST05a.L 17-Pentatriacontene	183898	006971-40-0	90
			1-Nonadecene	102850	018435-45-5	87
			1-Docosene	129889	001599-67-3	81
51	67.180	0.74	C:\Database\NIST05a.L 3-Methyl-2-butenic acid, 2,7-dimethyl-7-en-5-yn-4-yl ester	81126	1000299-31-4	38
			1-Isopropenyl-3,3-dimethyl-5-(3-methyl-1-oxo-2-butenyl)cyclopentane	71432	152481-77-1	38
			Cyclohexanecarboxylic acid, 4-nitrophenyl ester	91144	1000307-70-8	35
52	67.471	0.30	C:\Database\NIST05a.L 5-Indacene, 1,2,3,5,6,7-hexahydro-1,1,5,5-tetramethyl-4,8-bis(3-methylbutyl)-	154694	055101-26-0	20
			6-Methyl-2-(4-methylphenyl)-7-(4-ethylphenylmethyl)indolizine	147360	080193-45-9	11
			2,4-Di(4-aminophenyl)-6-phenyl-s-tiazine	147272	031207-01-9	11
53	71.005	0.52	C:\Database\NIST05a.L 2'-Hydroxy-4',5'-dimethylacetophenone	31875	036436-65-4	60

Continuación del apéndice 21.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 7:20
 Operator : Adem
 Sample : M0 6
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			p-Isopropylphenetole	32040	004132-79-0	58
			Benzenemethanol, 4-(1,1-dimethylet hyl)-	32075	000877-65-6	58
54	72.138	5.54	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	83
55	72.588	0.36	C:\Database\NIST05a.L Butyl citrate	157018	000077-94-1	58
			Tributyl acetylcitrate	171748	000077-90-7	58
			Butyl citrate	157017	000077-94-1	43
55	74.253	2.85	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexanecarbonyl chloride	21097	002719-27-9	22
			1,2,4-Triazole, 5-cyclohexanecarbo xamido-	53321	021051-17-2	22
			10-Heneicosene (c,t)	121168	095008-11-0	22

22. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del cromatograma para el absoluto de rosa Véndela a 25 °C y 4 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-007.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 16:11
 Operator : Adem
 Sample : Rosa 5
 Misc : Vendela 25 4 h rep 1
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.127	0.46	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	94 91 91
2	6.228	44.21	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 93 94	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 72
3	8.366	1.05	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007564-41-7 007732-18-5	2 1
4	22.730	1.20	C:\Database\NIST05a.L 2-Tetradecene, (E)- 1-Tetradecene 1-Hexadecanol	54521 54512 86858	035953-53-8 001120-36-1 035953-82-4	97 96 91
5	26.751	0.71	C:\Database\NIST05a.L 1-Pentanol, 2,2-dimethyl- Butanoic acid, 2-ethyl-2-methyl- Ether, 3-butenyl propyl	8150 13073 7327	002370-12-9 019889-37-3 034061-75-1	43 40 38
6	30.786	1.07	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecene 3-Hexadecene, (Z)- 9-Octadecene, (E)-	74520 74526 93547	000629-73-2 034303-81-6 007206-25-9	91 91 91
7	31.386	2.31	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, bromo- Oxalic acid, dicyclohexyl ester N,N'-Bis(2,6-dimethyl-5-nitrosohep t-2-en-4-one)	31030 94492 146612	000108-85-0 1000309-30-9 065737-12-0	47 47 47
8	38.246	6.65	C:\Database\NIST05a.L 3,5-Dimethoxytoluene 3,5-Dimethoxytoluene 2,6-Dimethoxytoluene	24880 24885 24883	004179-19-5 004179-19-5 005673-07-4	95 93 53
9	40.575	1.09	C:\Database\NIST05a.L E-14-Hexadecenal 1-Nonadecene 4-Heptafluorobutyryloxyhexadecane	83987 102858 178362	330207-53-9 018435-45-5 1000282-97-2	98 93 91
10	45.010	1.59	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentene, 1-pentyl- Cyclopentene, 1-pentyl- 1H-Indene, 2-butyl-5-hexyloctahydr o-	16319 16315 101523	004291-98-9 004291-98-9 055044-33-2	60 60 60
11	46.670	1.87	C:\Database\NIST05a.L Heptadecane Docosane Heneicosane	85525 131156 122436	000629-78-7 000529-97-0 000529-94-7	91 91 91
12	47.143	0.66	C:\Database\NIST05a.L			

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:08:04 2015

Continuación del apéndice 22.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-007.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 16:11
 Operator : AdcM
 Sample : Rosa 5
 Misc : Vendela 25 4 h rep 1
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

Search Libraries: C:\Database\NIST05a.L Minimum Quality: 4

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	95
			Carbonic acid, octadecyl 2,2,2-tri chloroethyl ester	179187	1000314-56-3	93
			3-Eicosene, (E)-	112107	074685-33-9	91
13	51.805	2.35	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Decanoic acid	37498	000334-48-5	98
			n-Decanoic acid	37496	000334-48-5	70
			Dodecanoic acid	57057	000143-07-7	94
14	52.751	1.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-5	91
			Eucalyptol	25507	000470-82-5	91
			Eucalyptol	25508	000470-82-5	91
15	53.870	1.83	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Tricosene, (Z)-	138118	027519-02-4	99
			9-Tricosene, (Z)-	138119	027519-02-4	99
			1-Tricosene	138116	018835-32-0	93
16	57.887	8.44	C:\Database\NIST05a.L			
			Dodecanoic acid	57057	000143-07-7	99
			Dodecanoic acid	57059	000143-07-7	97
			Dodecanoic acid	57054	000143-07-7	95
17	58.938	2.00	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Methoxy-5-methylphenol	16729	003209-13-0	95
			Phenol, 3-methoxy-2-methyl-	16759	005971-52-4	80
			4,5-Dimethyl-2-pyrimidinylhydrazin	16545	023906-13-0	52
18	59.515	2.23	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Tricosene, (Z)-	138118	027519-02-4	99
			9-Tricosene, (Z)-	138120	027519-02-4	93
			9-Tricosene, (Z)-	138119	027519-02-4	91
19	59.711	0.64	C:\Database\NIST05a.L			
			2-12-Pentacosene	152786	1000131-09-4	94
			17-Pentatriacontene	183899	005971-40-0	90
			Carbonic acid, octadecyl 2,2,2-tri chloroethyl ester	179187	1000314-56-3	87
20	53.550	2.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethanol, 2-(4-(1,1-dimethylethyl)- 2-methylphenoxy)-	62832	054934-87-1	50
			Pyrazole, 5-methyl-3-(5-nitro-2-fu ryl)-	52156	015239-90-0	47
			Methyl 5-acetyl-2-methoxybenzoate	62488	039971-36-3	47
21	54.041	0.76	C:\Database\NIST05a.L			
			Phthalic acid, bis(1-methyloctyl) ester	175187	020548-62-3	64
			Phthalic acid, butyl 3-(2-methoxye thyl)octyl ester	169049	1000315-40-3	50
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(1 4-methylpentyl) ester	144827	000146-50-9	50
22	65.547	4.52	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del apéndice 22.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-007.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 16:11
 Operator : Adelm
 Sample : Rosa 6
 Misc : Vendela 25 4 h rep 1
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1-Nonadecene	102860	018435-45-5	90
			17-Pentatriacontene	183898	005971-40-0	90
			Acetic acid, chloro-, hexadecyl ester	135728	052132-58-8	81
23	67.148	0.96	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Methyl-2-butenoic acid, 2-methyl oct-5-yn-4-yl ester	72765	1000299-31-3	35
			2-Pentene, 4,4-dimethyl-, (Z)-	3327	000762-63-0	27
			1,5-Heptadien-4-one, 3,3,6-trimethyl-	24167	000546-49-5	27
24	72.938	6.31	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	97
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	97
25	74.185	3.87	C:\Database\NIST05a.L			
			Phosphinous acid, diisopropyl ester	33719	000591-96-3	35
			Silane, trichlorocyclohexyl-	68726	000098-12-4	20
			2-Butyl-1,2-azaborolidine	10533	005357-10-8	18

23. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma para el absoluto de rosa Véndela a 35 °C y 2 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150317-008.D
 Title :
 Acq On : 17 Mar 2015 17:38
 Operator : AdeM
 Sample : Rosa 7
 Misc : Vendela 35 2 h rep 2
 ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.224	44.21	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 93 94	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 72
2	8.402	1.79	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007564-41-7 007732-18-5	2 1
3	13.524	1.45	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25509 25507 25508	000470-82-5 000470-82-5 000470-82-5	99 97 96
4	28.976	40.17	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol Propylene Glycol (S)-(+)-1,2-Propanediol	916 915 928	000057-55-5 000057-55-5 004254-15-3	91 90 83
5	59.142	0.51	C:\Database\NIST05a.L Oleic Acid Oleic Acid 9-Octadecenoic acid, (E)-	113353 113354 113360	000112-80-1 000112-80-1 000112-79-8	99 97 92
6	59.279	2.44	C:\Database\NIST05a.L Oleic Acid 9-Octadecenoic acid, (E)- Octadec-9-enoic acid	113353 113363 113356	000112-80-1 000112-79-8 1000190-13-7	94 99 90
7	50.521	2.39	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diis ooctyl ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, isod ecyl octyl ester	168521 110586 175200	027554-26-3 004376-20-9 001330-96-7	91 91 64
8	50.716	2.54	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diis ooctyl ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, isod ecyl octyl ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	168521 175200 110586	027554-26-3 001330-96-7 004376-20-9	91 64 52
9	54.251	4.41	C:\Database\NIST05a.L 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- 3,4-Octadiene, 7-methyl- 9,12-Octadecadien-1-ol, (Z,Z)-	111992 10330 102837	000060-33-3 037050-05-8 000506-43-4	97 81 75

24. Búsqueda del componente químico más probable en cada pico del Cromatograma para el absoluto de rosa Véndela a 35 °C y 4 horas de extracción

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA SERVICIO\Tesis Rosas\
 Data File : 150318-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 8:49
 Operator : Adem
 Sample : Mu 9
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 19 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.374	52.95	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	85	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	83	000064-17-5	91
2	9.558	23.31	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007564-41-7	2
3	13.515	0.85	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	97
4	14.225	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopentanol, 1-methyl-	3808	001462-03-9	91
			1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3815	002088-07-5	53
5	32.828	0.82	C:\Database\NIST05a.L			
			(+)-4-Carene	15169	029050-33-7	93
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15357	000099-86-5	87
6	39.233	0.35	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Alcohol	5224	000100-51-5	97
			Benzyl Alcohol	5223	000100-51-5	96
7	42.371	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Fluorobenzoic acid, dodec-9-ynyl ester	127338	1000283-01-6	47
			Cyclopent-2-ene-1-carboxylic acid, 2,3-dimethyl-1-ethyl-, ethyl ester	54347	1000195-65-4	46
8	55.899	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			4-(2,5,6-Trimethyl-cyclohex-1-enyl)butan-2-ol	54448	1000194-68-8	46
			Octadecanoic acid	114822	000057-11-4	99
9	58.859	0.72	C:\Database\NIST05a.L			
			Octadecanoic acid	114821	000057-11-4	95
			Octadecanoic acid	114818	000057-11-4	93
10	59.302	1.18	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Ethylphenethyl alcohol	22772	002035-94-1	30
			.beta. Ethylphenethyl alcohol	22777	002035-94-1	30
11	59.388	1.04	C:\Database\NIST05a.L			
			7-Tetracyclo[6.2.1.0(3.8)0(3.9)]undecanol, 4,4,11,11-tetramethyl-	71428	074842-43-5	22
			Octadec-9-enoic acid	113356	1000190-13-7	94
11	59.388	1.04	C:\Database\NIST05a.L			
			Oleic Acid	113353	000112-80-1	93
11	59.388	1.04	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-33-5	90
11	59.388	1.04	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113363	000112-79-8	99

ACEITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Mar 20 12:21:19 2015

Continuación del apéndice 24.

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\Tesis Rosac\
 Data File : 150318-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Mar 2015 8:49
 Operator : Adcm
 Sample : Mu 9
 Misc : Extracto de rosas
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1 Samp. Amt.: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			Octadec-9-enoic acid	113356	1000190-13-7	99
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	99
12	59.497	1.15	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	99
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113353	000112-79-8	99
			Octadec-9-enoic acid	113356	1000190-13-7	97
13	60.616	0.17	C:\Database\NIST05a.L			
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	110586	004376-20-9	83
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, dicyclohexyl ester	142440	000084-61-7	72
			Phthalic acid, 2-ethylhexyl isohexyl ester	158098	1000308-98-5	64
14	60.739	0.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Phthalic acid, cyclohexyl neopentyl ester	135769	1000315-54-2	59
			Phthalic acid, cyclohexyl 2-pentyl ester	135767	1000315-55-3	59
			Phthalic acid, hexadecyl propyl ester	177588	1000309-06-5	58
15	60.880	2.25	C:\Database\NIST05a.L			
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	110586	004376-20-9	91
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester	168521	027554-26-3	90
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, isooctyl ester	175200	001330-96-7	64
16	60.944	0.66	C:\Database\NIST05a.L			
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	110586	004376-20-9	91
			Di-n-octyl phthalate	168498	000117-84-0	72
			1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester	168521	027554-26-3	64
17	64.305	1.18	C:\Database\NIST05a.L			
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111992	000060-33-3	93
			2-Chloroethyl linoleate	148820	025525-76-2	87
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111993	000060-33-3	87
18	64.450	2.18	C:\Database\NIST05a.L			
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111992	000060-33-3	91
			2-Chloroethyl linoleate	148820	025525-76-2	87
			3,4-Octadiene, 7-methyl-	10330	037050-05-8	81

25. Materia prima preparada para extracción



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

26. Pruebas preliminares realizadas



Continuación del apéndice 26.



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

27. Disminución del tamaño de partícula para extracción



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

28. Extracción de concreto de rosas en reactor CSTR



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

29. Obtención y procesamiento del concreto de rosa



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

30. Extracción del absoluto de rosa



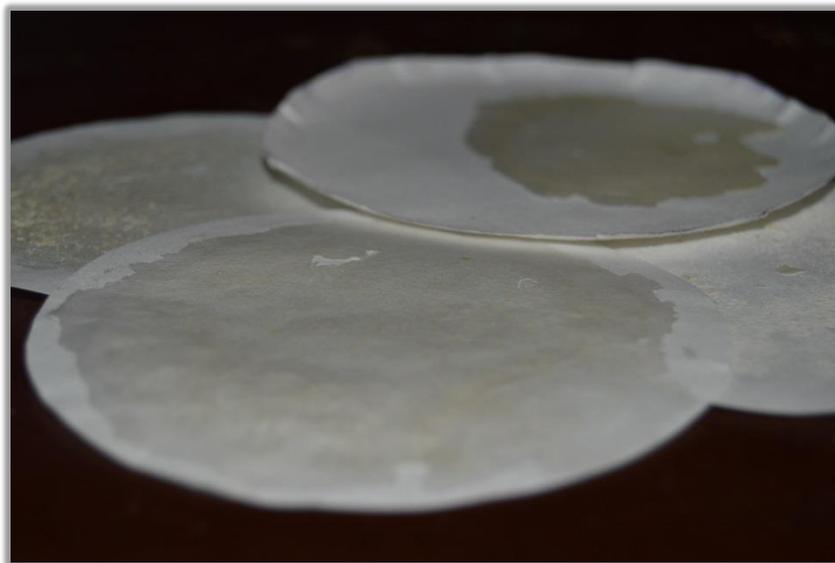
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

31. Determinación de la densidad e índice de refracción



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

32. Residuos cerosos del concreto de rosa



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

33. Muestras de absoluto de rosa obtenidos



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

34. Informe de resultados obtenidos en el laboratorio de investigación de extractos vegetales (LIECVE)



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



No. 0978

O.T. No. 34494
No. Informe LIECVE-QI-05-2015

Interesado: Diego Enrique Valle García
Estudiante de Ingeniería Química/USAC
Camé No. 2010-20804

Proyecto: Trabajo de de Graduación a nivel tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (ROSA SP) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA PLANTA PILOTO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS".

Fecha: Guatemala, 23 de abril de 2015

A continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio de tesis titulado: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL ABSOLUTO OBTENIDO DE PÉTALOS DE ROSA (ROSA SP) VARIEDAD VÉNDELA Y VARIEDAD SAN JUAN, A ESCALA PLANTA PILOTO UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETANOL ANHIDRO, COMO APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE LA DECORACIÓN FLORAL EN EVENTOS".

Tabla No. 1 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de concreto de 2 especies de rosas evaluado a 120 min y a temperatura de 25°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	0.99	0.99±0.03%
		0.96	
		1.02	
SAN JUAN		0.85	0.88±0.03%
		0.87	
		0.91	

Fuente: Datos experimentales –LIECVE–

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

Página 1 de 7

Continuación del apéndice 34.



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



No. 0979

Tabla No. 2 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de concreto de 2 especies de rosas evaluado a 240 min y a temperatura de 25°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	1.02	1.02±0.02%
		1.00	
		1.03	
SAN JUAN		1.01	1.00±0.02%
		1.01	
		0.97	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 3 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de concreto de 2 especies de rosas evaluado a 120 min y a temperatura de 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	1.03	1.04±0.01%
		1.04	
		1.05	
SAN JUAN		1.02	1.03±0.02%
		1.03	
		1.05	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 4 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de concreto de 2 especies de rosas evaluado a 240 min y a temperatura de 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	1.05	1.05±0.02%
		1.07	
		1.03	
SAN JUAN		1.03	1.05±0.02%
		1.07	
		1.05	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

FACULTAD DE INGENIERÍA. -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-6000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Página 2 de 7

Continuación del apéndice 34.



No. 0980

Tabla No. 5 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a 120 min y a temperatura de 25°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	0.93	0.93±0.04%
		0.90	
		0.97	
SAN JUAN		0.79	0.76±0.03%
		0.76	
		0.74	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 6 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a 240 min y a temperatura de 25°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	0.97	0.95±0.04%
		0.90	
		0.97	
SAN JUAN		0.95	0.95±0.01%
		0.96	
		0.95	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 7 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a 120 min y a temperatura de 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	0.96	0.96±0.01
		0.96	
		0.95	
SAN JUAN		0.94	0.94±0.02
		0.92	
		0.96	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Continuación del apéndice 34.



No. 0981

Tabla No. 8 Porcentaje de rendimiento extractivo de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a 240 min y a temperatura de 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	0.98	0.97±0.02
		0.99	
		0.95	
SAN JUAN		0.93	0.96±0.02
		0.97	
		0.97	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 9 Densidad de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a un tiempo de extracción de 120 minutos obtenido a 25°C

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	0.8976	0.8720±0.0245
		0.8696	
		0.8488	
SAN JUAN		0.9089	0.9073±0.0056
		0.9120	
		0.9011	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Tabla No. 10 Densidad de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a un tiempo de extracción de 240 minutos obtenido a 25°C

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	0.8653	0.8576±0.0085
		0.8484	
		0.8591	
SAN JUAN		0.8997	0.9069±0.0065
		0.9123	
		0.9087	

Fuente: Datos experimentales -LIEXVE-

Continuación del apéndice 34.



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



No. 0982

Tabla No. 11 Densidad de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a un tiempo de extracción de 120 minutos obtenido a 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	120	0.8853	0.8784±0.0060
		0.8743	
		0.8755	
SAN JUAN		0.8723	0.8799±0.0072
		0.8809	
		0.8865	

Fuente: Datos experimentales –LIEXVE–

Tabla No. 12 Densidad de la obtención de absoluto de 2 especies de rosas evaluado a un tiempo de extracción de 240 minutos obtenido a 35°C.

ESPECIE DE ROSA	TIEMPO DE EXTRACCIÓN (min)	RENDIMIENTO (%)	PROMEDIO RENDIMIENTO (%)
VÉNDELA	240	0.8723	0.8799±0.0072
		0.8809	
		0.8865	
SAN JUAN		0.9248	0.9158±0.0078
		0.9104	
		0.9123	

Fuente: Datos experimentales –LIEXVE–

Tabla No. 13 Índice de refracción del absoluto de rosas para diferente variedad, tiempo de extracción y temperatura.

ESPECIE	TIEMPO (min)	TEMPERATURA (°C)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN
ROSA VÉNDELA	120	25	1.4983
		35	1.4960
	240	25	1.5073
		35	1.5000
ROSA SAN JUAN	120	25	1.4923
		35	1.4955
	240	25	1.5043
		35	1.5020

Fuente: Datos experimentales –LIEXVE–

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

Página 5 de 7

Continuación del apéndice 34.

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

No. 0983

ANEXOS

Pétalos de rosa (Rosa sp) variedad Véndela y variedad San Juan



Proceso de preparación de la materia prima



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

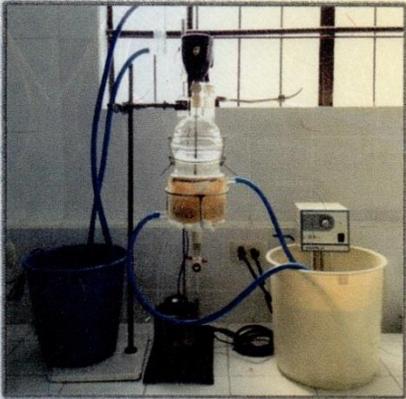
Página 6 de 7

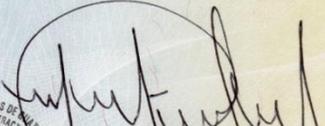
Continuación del apéndice 34.

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

No. 0984

Extracción sólido-líquido de pétalos de rosa (Rosa Sp) variedad Véndela y variedad San Juan y extracción líquido-líquido de concreto de pétalos de rosa.


Ing. Qco. Mario José Méndez Méndez
COORDINADOR
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales
-LIEKVE-
Sección Química Industrial CII/USAC


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

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

Página 7 de 7

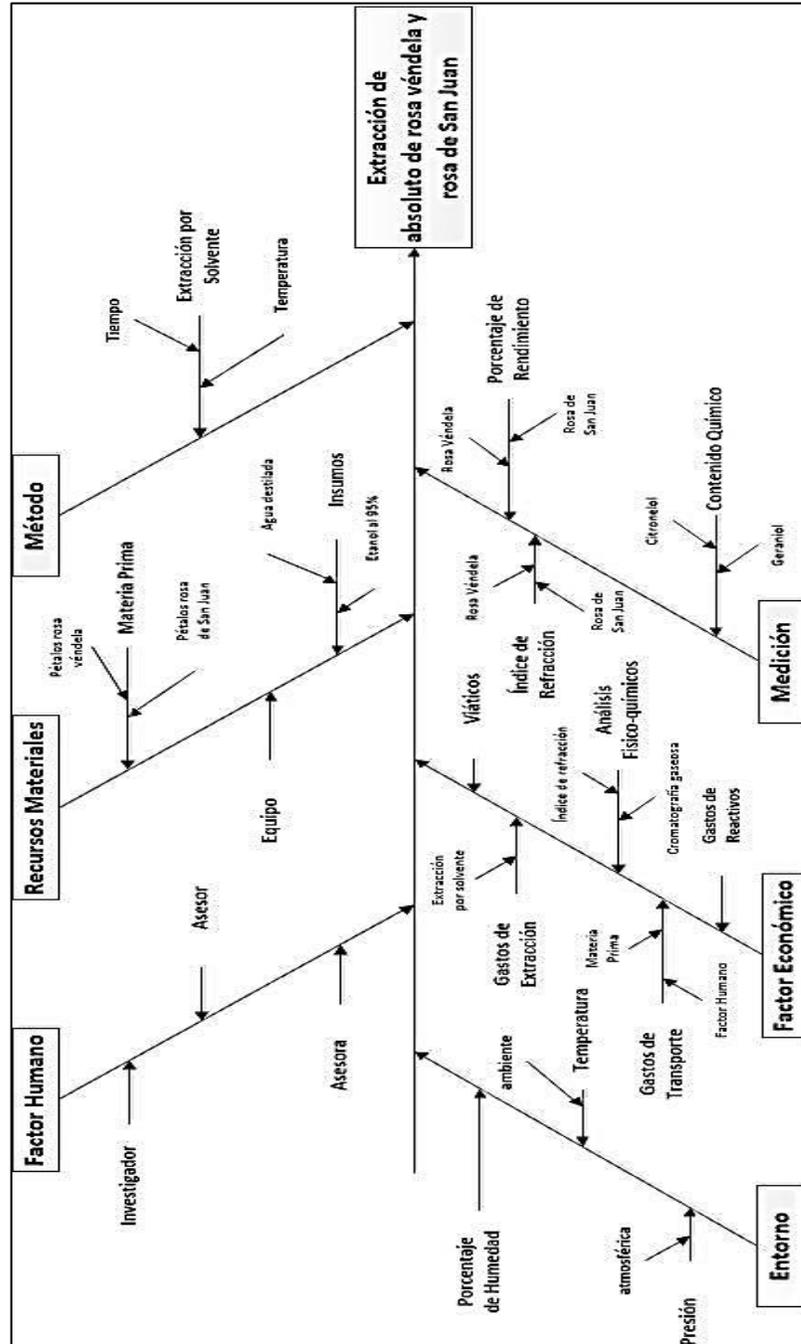
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEKVE-CII/FIUSAC

35. Tabla de requisitos académicos

Carrera	Área	Curso	Tema específico	Problemática a resolver
Ingeniería Química	Química	Análisis Instrumental	Métodos analíticos	Índice de refracción
		Química Orgánica	Nomenclatura y compuestos aromáticos	Caracterización de los componentes presentes en el absoluto de rosas. Aplicación del índice de refracción.
		Bioquímica	Cromatografía gaseosa	Realización de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas.
	Operaciones Unitarias	Balance de Masa y Energía (IQ-1)	Balances de masa	Rendimiento porcentual de los absolutos.
		Transferencia de Masa (IQ-4)	Difusión, y transferencia de masa	Interpretación de comportamiento del método utilizado y resultados obtenidos
		Transferencia de Masa en unidades Continuas (IQ-5)	Lixiviación y extracción sólido-líquido	Realización del método de extracción por solvente
	Área de Especialización	Extracciones Industriales	Aceites Esenciales	Extracción del absoluto de rosas
		Procesos Químicos Industriales	Métodos Industriales	Aplicaciones de los aceites esenciales
	Ciencias básicas y complementarias EPS	Estadística 2	Diseño experimental	Resultado del análisis estadístico de datos obtenidos.
		Seminario de Investigación	Investigación	Realización y presentación de informe de investigación

Fuente: elaboración propia.

36. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

37. Facturas de compra de solventes e insumos para extracción de absoluto de rosas



Lafimarq
Droguería y Laboratorio®
4a. CALLE 9-45, ZONA 1, GUATEMALA, GUATEMALA
TEL/FAX: 2490-9090
www.lafimarq.com.gt
info@lafimarq.com.gt
PATENTE DE COMERCIO No. 59065 - 241 - 64

FACTURA CAMBIARIA
SERIE B No. 204515

SONIA JUDITH CALDERON MENESES DE FIGUEROA
Propietaria

NIT No. 127711-1 FECHA: 15/01/2015

NOMBRE: Centro de Investigaciones Facultad de Ingeniería NIT: C.F.
DIRECCION: Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 MOSTR
Universidad de San Carlos de Guatemala

LAFIMARQ DROGUERIA Y LABORATORIO

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	TOTAL
2	Hexano-GALON	85.00	170.00
1	Alcohol etilico al 95 o.-GALON	70.00	70.00
			TOTAL
			240.00

NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES DESPUÉS DE RECIBIDA LA MERCADERIA
POR CHEQUE RECHAZADO SE COBRARÁ Q. 100.00 POR GASTOS ADMINISTRATIVOS

FACTURADO POR: 24
HORA: 11:51 a.m.
PEDIDO No.:

EN LETRAS: Sujeto a pagos TRIMESTRALES. No hacer retencion

QUATROCIENTOS CUARENTA QUETZALES 00/100 CTS

TOTAL 240.00

A. FACTURA CAMBIARIA GIRADA LIBRE DE PROTESTO, A LA ORDEN O ENDOSO DE DROGUERIA Y LABORATORIO LAFIMARQ EL TOTAL DEL VALOR IMPRESO O POR EL ULTIMO SALDO QUE APAREZCA, VALOR RECIBIDO QUE ASENTARA EN LA CUENTA SEGUN NUESTRO AVISO. NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES.

CONDICIONES DE PAGO: VENDEDOR: TRANSPORTE:

CONTADO 0

SI EL COMPRADOR INCURRIERE EN ATRASO EN EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA CAMBIARIA, ACEPTA UN RECARGO DE INTERESES DEL 3% MENSUAL

SUJETO A PAGOS TRIMESTRALES

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION No. 2014-5-188-8616 DE FECHA 06-10-2014. VENCE 05-10-2016.
FORMULARIOS STANDARD, S. A. PBX: 2423-8900 - NIT: 153222-7 - 12,500 - 10/2014 DEL No. B-200,001 AL No. B-212,500.

ORIGINAL (CLIENTE)

Continuación del anexo 1.



Lafimarq
Droguería y Laboratorio®
4a. CALLE 9-45, ZONA 1, GUATEMALA, GUATEMALA.
TEL/FAX: 2423-8900
www.lafimarq.com.gt
info@lafimarq.com.gt
PATENTE DE COMERCIO No. 58065 - 241 - 64

FACTURA CAMBIARIA
SERIE B No. 205753

SONIA JUJUTH CALDERON MENESES DE FIGUEROA
Propietaria

205753

NIT No. 127711-1 FECHA: 28/01/2015

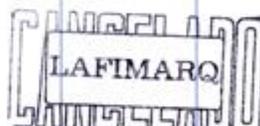
NOMBRE: CENTRO DE INVESTIGACION FACULTAD DE INGENIERIA NIT: C/F
DIRECCION: EDIFICIO T-5 CIUDAD UNIVERSITARIA Z. 12 MOSTR

LAFIMARQ DROGUERIA Y LABORATORIO

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	TOTAL
3	Hexano-GALON	85.00	255.00



NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES
DESPUES DE RECIBIDA
LA MERCADERIA
POR CHEQUE RECHAZADO
ARRARA Q. 100.00 POR
MOTIVOS ADMINISTRATIVOS



FACTURADO POR: 24
HORA: 02:04 p.m.
PEDIDO No.:

EN LETRAS: Sujeto a pagos TRIMESTRALES, No hacer retención TOTAL 255.00

DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO QUETZALES 00/100 CTS.

<p>A. SE SERVIRA (NO UD. (SE) PAGAR POR ESTA UNICA FACTURA CAMBIARIA GIRADA LIBRE DE PROTESTO, A LA ORDEN O ENDOSO DE DROGUERIA Y LABORATORIO LAFIMARQ EL TOTAL DEL VALOR IMPRESO O POR EL ULTIMO SALDO QUE APAREZCA, VALOR RECIBIDO QUE ASIENTARA EN A CUENTA SEGUN NUESTRO AVISO. NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES.</p>	<p>CONDICIONES DE PAGO: VENDEDOR: TRANSPORTE:</p> <p style="text-align: center;">CONTADO 0</p>	
---	---	--

SI EL COMPRADOR INCURRE EN EL PAGOS EN EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA CAMBIARIA, ACEPTA UN RECARGO DE INTERESES DEL 3% MENSUAL

SUJETO A PAGOS TRIMESTRALES

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION No. 2014-5-188-8616 DE FECHA 06-10-2014. VENCE 05-10-2016.
FORMULARIOS STANDARD, S.A. PBX: 2423-8900 - NIT: 153222-7 - 12,500 - 10/2014 DEL No. B-200,001 AL No. B-212,500.

ORIGINAL (CLIENTE)

Continuación del anexo 1.



Lafimarg
Droguería y Laboratorio
4a. CALLE 9-45, ZONA 1, GUATEMALA, GUATEMALA
TEL: 2490-9090
FAX: 2490-9090
www.lafimarg.com.gt
info@lafimarg.com.gt
PATENTE DE COMERCIO No. 58065 - 241 - 64

FACTURA CAMBIARIA
SERIE B No. 209078

SONIA JUDITH CALDERON MENESES DE FIGUEROA Propietaria NIT No. 127711-1 FECHA: 04/03/2015

209078

NOMBRE: CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA NIT: C/E
DIRECCION: CIUDAD UNIVERSITARIA T-5 MOSTE

CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR UNITARIO	TOTAL
3	Hexano-GALON	85.00	255.00
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">ENTREGADO</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; transform: rotate(-15deg);"> NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES DESPUES DE RECIBIDA LA MERCADERIA POR CHEQUE RECHAZADO SE COBRARA Q. 100.00 POR GASTOS ADMINISTRATIVOS </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; transform: rotate(-15deg);"> LAFIMARG </div>			
FACTURADO POR: 53			
HORA: 11:10 a.m.			
PEDIDO No.: M000001004			
EN LETRAS: MDCIENTOS CINCUENTA Y CINCO QUETZALES 00/100 CTS			
Sujeto a pagos TRIMESTRALES. No hacer retención			TOTAL 255.00

SE SERVIRA EN LO QUE PAGAR POR ESTA UNICA FACTURA CAMBIARIA GIRADA LIBRE DE PROTESTO, A LA ORDEN O ENCOSO DE DROGUERIA Y LABORATORIO LAFIMARG EL TOTAL DEL VALOR IMPRESO O POR EL ÚLTIMO SALDO QUE APAREZCA, VALOR RECIBIDO QUE ASIENTARA EN LA CUENTA SEGUN NUESTRO ARCHIVO. NO SE ACEPTAN DEVOLUCIONES.

CONDICIONES DE PAGO: CONTADO VENDEDOR: PROPIA TRANSPORTE:

SI EL COMPRADOR INCURRE EN ATRASO EN EL PAGO DE LA PRESENTE FACTURA CAMBIARIA, ACEPTA UN RECARGO DE INTERESES DEL 3% MENSUAL

SUJETO A PAGOS TRIMESTRALES

AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION No. 2014-5-188-8616 DE FECHA 06-10-2014. VENCE 05-10-2016.
FORMULARIOS STANDARD, S. A. PBX: 2423-8900 - NIT: 153222-7 - 12,500 - 10/2014 DEL No. B-200,001 AL No. B-212,500.

ORIGINAL (CLIENTE)

Continuación del anexo 1.

DILAB

Distribuidora de Laboratorio y Equipo Institucional, S.A.

Sala de Ventas
12 Calle 3-31 zona 1
Tels. 2251-8671 / 72

Oficinas Centrales
Sala de Ventas
10a. Calle 5-43 Zona 10
Tels. 2318-4000

Sala de Ventas
13 Ave. 6-20, Zona 3
Edif. Medico Sn. Lucas, Quetzaltenango
Tels.: 7736-8211 / 42

NIT: 328712-7
Patente De Comercio
No. 40472-173-49

Guatemala, Guatemala, C.A.
Infoventas@dilabsa.com - www.dilabsa.com

FACTURA ELECTRÓNICA NUMERO DE IDENTIFICACION UNICO
FACE-63-Z101-002-15000000653

CÓDIGO: CF	FECHA: 04/03/2015	VENDEDOR: 12	NIT: 1823515-8
NOMBRE: ANTONIO VALLE			BODEGA: 1
DIRECCIÓN: CIUDAD			SUJETO A PAGOS TRIMESTRALES
Pedido:			

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.	P. UNITARIO	TOTAL
FIS-03-091-1-A	FIS-VIAL AMBAR 2ML C/TAPDERA	5 Q	3.50	Q17.50
KBL-60911D-2	VIAL DE VIDRIO AMBAR, 8ML, CON TAPA 2DR	20 Q	5.75	Q115.00
TOTAL				Q132.50

**** CIENTO TREINTA Y DOS QUETZALES CON 50/100 ****

FIRMA ELECTRONICA: KZ+HjnTO+MinrnsdK1IPM5gsPG27dGQ6raCuy10SARdID#X4eSdyA==

"AUTORIZADO SEGUN RESOLUCION SAT No. 2012-5-20222-1396 DEL 1 AL 33000 DE SERIE 2301 CON FECHA 11/08/2012."

"Se debe tomar nota que cualquier devolución, anulación o cambio de factura debe ser solicitado dentro de un plazo de 30 días (Decreto 20-206, Ley anti-evasión I)"

DATOS GFACE: NIT: 000060010207 / G4S Documenta, S.A. / www.documenta.com.gt

Fuente: Droguería y Laboratorio LAFIMARQ y Distribuidora de Laboratorio y Equipo Industrial S. A.