



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

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA

Jorge Mario Gálvez García

Asesorado por los Ings. Telma Maricela Cano Morales
y Mario José Mérida Meré

Guatemala, agosto de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE MARIO GÁLVEZ GARCÍA

ASESORADO POR LOS INGS. TELMA MARICELA CANO MORALES
Y MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, AGOSTO 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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Antonio Ordóñez López
EXAMINADOR	Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADOR	Ing. Mario José Mérida Meré
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

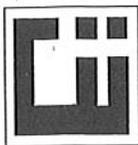
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 25 noviembre de 2013.



Jorge Mario Galvez Garcia



Guatemala, 14 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 "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria Cardamomum*, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA", del estudiante de Ingeniería Química Jorge Mario Gálvez García quien se identifica con el carné número 2009-15353.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente


Ing. Qco. Mario José Mérida Méndez
Coordinador
Laboratorio de Investigación
de Extractos Vegetales -LIEXVE-
Asesor




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



Guatemala, 16 de julio de 2015.
Ref. EIQ.TG-IF.038.2015.

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 **163-2013** 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: **Jorge Mario Gálvez García**.
Identificado con número de carné: **2009-15353**.
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

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

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria Cardamomun*, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA

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”


Inga. Adela María Matroquín González
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.112.2015

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, **JORGE MARIO GÁLVEZ GARCÍA** titulado: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (*Elettaria Cardamomum*, L. MATON) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA". 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, agosto 2015

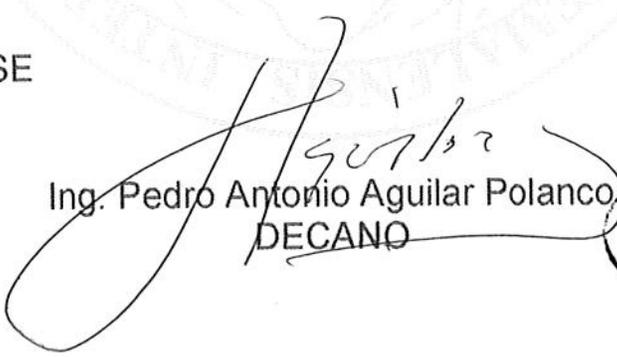
Cc: Archivo
VMMV/ale





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: **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EXTRACTIVO Y CARACTERIZACIÓN DEL ABSOLUTO DE CARDAMOMO (Elettaria cardamomum, L. Maton) OBTENIDO DE LA OLEORRESINA DE CARDAMOMO DE PRIMERA, SEGUNDA Y TERCERA CALIDAD A NIVEL LABORATORIO Y PLANTA PILOTO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE PERFUMERÍA**, presentado por el estudiante universitario: **Jorge Mario Gálvez 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 Polanco
DECANO



Guatemala, agosto de 2015

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser esa luz y esa voz a mi lado, dirigiendo cada paso, ese apoyo y fuerza que me permitió culminar esta etapa. Por permitirme vivir muchas experiencias y aprender de todas ellas amor puro, misericordia, bondad y paciencia.

Mi familia

Por ser parte importante en el desarrollo de mi carrera profesional y ser el apoyo a toda hora. Por haberme brindado disciplina, amor, consejo, aliento y confianza.

Mis amigos

Por su dedicación y esfuerzo en apoyarme en todo momento y situación, brindando palabras de aliento y ánimo, y ser una inspiración para seguir adelante.

Estudiante universitario

Por su dedicación y esmero diario en buscar el desarrollo y profesionalismo; por batallar contra la adversidad con el fin de apoyar a sus similares y a la sociedad guatemalteca.

Personal docente

Por la disposición y dedicación de su valioso tiempo a la enseñanza y formación de profesionales.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Mi casa de estudios. Por proporcionar el espacio y el recurso para la formación de profesionales al servicio de la sociedad guatemalteca.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos brindados en el área técnica, científica, ética y humana. A todas las mentes brillantes y comprometidas con la enseñanza.
Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII)	Por apoyar al desarrollo del estudiante de la Facultad de Ingeniería y aportar, con empeño y esfuerzo, al desarrollo profesional.
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)	Por permitir la realización de este trabajo de graduación y aportar las herramientas necesarias para la culminación de este estudio y de esta etapa.
Mis asesores	Inga. Telma Cano e Ing. Mario Mérida, por su valioso apoyo y asesoría, su cordial consejo y amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
Hipótesis.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Oleorresinas	3
2.1.1. Historia de las oleorresinas	3
2.1.2. Definición de oleorresina	4
2.1.3. Composición de las oleorresinas.....	4
2.1.4. Principales usos de la oleorresina en la industria.....	5
2.1.5. Tipos de oleorresinas	6
2.1.6. Clasificación de oleorresinas	6
2.2. Absolutos.....	7
2.2.1. Historia del absoluto	7
2.2.2. Definición de absoluto	11
2.2.3. Composición del absoluto.....	11
2.2.3.1. Iononas.....	11
2.2.4. Uso del absoluto en la industria.....	12
2.3. Métodos de extracción.....	12

2.3.1.	Oleorresinas.....	12
2.3.1.1.	Lixiviación.....	13
2.3.1.2.	Maceración dinámica	13
2.3.1.3.	Maceración estática	13
2.3.1.4.	Unidad tipo Soxhlet	14
2.3.1.5.	Percolación.....	15
2.3.2.	Absoluto	15
2.4.	Identificación de componentes activos.....	16
2.4.1.	Cromatografía gaseosa.....	16
2.4.2.	Cromatografía gas-sólido (GSC).....	16
2.4.3.	Cromatografía gas-líquido (GLC).....	17
2.4.4.	Cromatografía en capa fina.....	17
2.4.5.	Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)	18
2.4.6.	Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (CG-EM).....	18
2.5.	Cardamomo.....	19
2.5.1.	Clasificación taxonómica del cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton)	19
2.5.2.	Descripción botánica	20
2.5.3.	Hábitat.....	20
2.5.4.	Historia	20
2.5.5.	Agricultura	21
2.5.6.	Usos medicinales atribuidos y usos populares.....	21
2.5.7.	Composición química	22
2.5.8.	Farmacognosia.....	23
2.6.	Situación nacional	23
2.7.	Aplicación de extractos de cardamomo a un producto.....	27
2.7.1.	Perfumería	27
2.7.2.	Reglamentación involucrada	28

2.7.3.	Formulación de producto	29
3.	DISEÑO METODOLÓGICO	31
3.1.	Localización	31
3.2.	Variables.....	31
3.2.1.	Variable respuesta.....	31
3.3.	Delimitación del campo de estudio	32
3.4.	Obtención de muestras.....	32
3.5.	Recursos humanos.....	32
3.6.	Recursos materiales	32
3.6.1.	Materia prima.....	33
3.6.2.	Materiales auxiliares	33
3.6.3.	Cristalería	33
3.6.4.	Reactivos.....	33
3.6.5.	Equipo	34
3.7.	Técnicas cuantitativas y cualitativas	37
3.8.	Procedimiento.....	38
3.8.1.	Porcentaje de humedad.....	38
3.8.2.	Rendimiento extractivo	38
3.8.3.	Índice de refracción	39
3.8.4.	Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (CG-EM).....	40
3.9.	Recolección y tabulación de la información.....	40
3.10.	Análisis estadístico	50
3.10.1.	Análisis de varianza de dos factores para análisis del absoluto de cardamomo	50
4.	RESULTADOS.....	57

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	69
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA.....	81
APÉNDICES.....	85

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Área dedicada a la cosecha de cardamomo durante el período de 2001 a 2012	24
2.	Producción de cardamomo durante el período de 2001 a 2012	25
3.	Rendimiento de la cosecha de cardamomo durante el período de 2001 a 2012	26
4.	Comparación entre la producción y exportación de cardamomo durante el período de 2001 a 2012	27
5.	Límites permisibles de algunos componentes según INSHT	29
6.	Bomba de vacío	34
7.	Recirculador VWR 120 V	34
8.	Plancha de calentamiento y agitación VWR 120 V	35
9.	Rotaevaporador BUCHI 100-240 V	35
10.	Balanza analítica “BOECO” de 120 V	36
11.	Balanza de humedad “BOECO” de 120 V	36
12.	Refractómetro “Fisher Scientific” de 60 hertz	37
13.	Rendimiento extractivo de oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro en función de la calidad de la materia prima	58
14.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	59

15.	Porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad.....	61
16.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad.....	62
17.	Contenido de acetato de terpinilo en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de las presentaciones pergamino y oro en función de la calidad	65

TABLAS

I.	Clasificación de las materias primas según el destino.....	10
II.	Características dihidro- β -ionona	12
III.	Clasificación taxonómica del cardamomo.....	19
IV.	Variables dependientes e independientes y el método a analizar	38
V.	Porcentaje de humedad de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	40
VI.	Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino	41
VII.	Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro	41
VIII.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino	42

IX.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro	42
X.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino.....	43
XI.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro	43
XII.	Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, utilizando la técnica Soxhlet y evaluando el máximo rendimiento extractivo.....	44
XIII.	Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, utilizando la técnica Soxhlet y evaluando el máximo rendimiento extractivo	44
XIV.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, utilizando la oleorresina de cardamomo obtenida de la técnica Soxhlet	44
XV.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, utilizando la oleorresina de cardamomo obtenida de la técnica Soxhlet.....	45
XVI.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, obtenido de la oleorresina de cardamomo, obtenida de la técnica Soxhlet	45

XVII.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, obtenido de la oleorresina de cardamomo, obtenida de la técnica Soxhlet.....	45
XVIII.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS	46
XIX.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de segunda calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS	46
XX.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de tercera calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS	47
XXI.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de primera calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS	48
XXII.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de segunda calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS	48
XXIII.	Composición química del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) de tercera calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS	49
XXIV.	Experimento de dos factores para el rendimiento extractivo de absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad..	51
XXV.	Tabla de totales para el análisis de varianza I	51
XXVI.	Análisis de varianza del rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton).....	52

XXVII.	Experimento de dos factores para el contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton).....	52
XXVIII.	Tabla de totales para el análisis de varianza II	53
XXIX.	Análisis de varianza del contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton).....	53
XXX.	Experimento de dos factores para el porcentaje de fracciones lipídicas insolubles removidas del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton)	54
XXXI.	Tabla de totales para análisis de varianza del porcentaje de fracciones lipídicas removidas.....	54
XXXII.	Análisis de varianza del porcentaje de fracciones lipídicas insolubles removidas del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton)	55
XXXIII.	Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	57
XXXIV.	Modelo matemático para el rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro, en función de la calidad de la materia prima	58
XXXV.	Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	59
XXXVI.	Modelo matemático para el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad.....	60
XXXVII.	Porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	60

XXXVIII.	Modelo matemático para el porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	61
XXXIX.	Índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación en pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad.....	62
XL.	Modelo matemático para el índice de refracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	63
XLI.	Nombre común de los componentes mayoritarios presentes en el absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton)	63
XLII.	Comparación de los 10 primeros componentes en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	64
XLIII.	Contenido de acetato de terpinilo, en porcentaje de área, en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad	65
XLIV.	Modelo matemático para el contenido de acetato de terpinilo en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton), obtenido de las presentaciones pergamino y oro en función de la calidad.....	66
XLV.	Datos de la formulación y elaboración de fragancias con base en absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton) utilizados para la realización de una prueba sensorial	66
XLVI.	Datos de la proyección, a nivel planta piloto, para la extracción del absoluto de cardamomo (<i>Elettaria cardamomum</i> , L. Maton)	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
R²	Coeficiente de correlación
F	Factor Fisher
g	Gramo
h	Hora
mg	Miligramo
mL	Mililitro
min	Minutos
%	Porcentaje
SSE	Suma de cuadrados para el error
SSA	Suma de cuadrados para el factor A
SSB	Suma de cuadrados para el factor B
SST	Suma de cuadrados totales

GLOSARIO

Absoluto	Aceite altamente concentrado libre de resinas y ceras, eliminadas por lavados con solvente polar. Materia más preciada en la perfumería.
Acetato de terpinilo	Líquido ligeramente amarillo, de olor característico, utilizado en cosméticos y perfumería. Componente mayoritario del absoluto de cardamomo.
Cardamomo	Nombre científico <i>Elettaria cardamomum</i> L. Maton, es un fruto seco proveniente de una planta perenne.
Cromatografía	Método de separación de especies químicas estrechamente relacionadas con especies complejas, empleado para la caracterización de mezclas.
Cromatograma	Gráfico que consiste en un conjunto de picos y líneas base, registrado en función del tiempo, obteniendo como resultado todos los componentes detectados en la mezcla.
Eucaliptol	Nombre IUPAC: 1,8-cineol. Componente orgánico presente en el aceite esencial de cardamomo y en el absoluto de cardamomo.

GC-MS	Cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas, técnica de análisis empleada para análisis y cuantificación de mezclas complejas.
Lixiviación	Extracción sólido-líquido en la que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado con el fin de la disolución de uno o más componentes solubles del sólido.
Maceración dinámica	Proceso de extracción sólido-líquido en el que el material se encuentra en agitación durante cierto tiempo con el fin de facilitar la difusión y extraer el material soluble.
Maceración estática	Proceso de extracción sólido-líquido en el que el material se encuentra en reposo durante largos períodos para lograr la extracción del material soluble.
Oleoresina	Extractos de naturaleza oleosa, obtenidos de especias o diferentes plantas; compuesto por resinas y aceite esencial, dan a los productos sabor, olor y color según las necesidades.

RESUMEN

En el presente estudio de investigación, se realizó la evaluación del rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la oleorresina de cardamomo de tres distintas calidades (primera, segunda y tercera calidad) en dos distintas presentaciones (pergamino y oro).

Las extracciones de la oleorresina se realizaron utilizando el método de maceración dinámica con un tiempo de extracción de dos horas, utilizando hexano como solvente extractor. Asimismo, se utilizó etanol anhidro para la extracción líquido-líquido de la oleorresina, separando las fracciones lipídicas residuales insolubles presentes y obteniendo el absoluto.

El absoluto se obtuvo después de la constante refrigeración y filtración cada 24 horas a una temperatura de -10 °C. La refrigeración permitió la solidificación de fracciones lipídicas residuales de la oleorresina de cardamomo y la filtración permitió la remoción de los sólidos formados durante ese período.

A través de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas se logró determinar y cuantificar los componentes del absoluto de cardamomo, siendo el componente mayoritario el acetato de terpinilo. Entre otros compuestos detectados se encuentran el eucaliptol, linalol, butirato de linalil, butil butirato, peruvicol, acetato de geraniol, geraniol y lavandulol.

El máximo rendimiento reportado del absoluto de cardamomo fue de 3,697 % \pm 0,129 para una presentación de cardamomo en oro de primera calidad.

OBJETIVOS

General

Evaluar el rendimiento extractivo y caracterizar el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la oleorresina de cardamomo de primera, segunda y tercera calidad a nivel laboratorio y planta piloto, y su aplicación en un producto de perfumería.

Específicos

1. Comparar el rendimiento extractivo del absoluto en función de la calidad y presentación del cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton), obtenido de la oleorresina a nivel laboratorio y proyectar una extracción a nivel planta piloto.
2. Evaluar el subproducto no soluble en alcohol en el proceso de obtención del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en función de la calidad del cardamomo.
3. Determinar el índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad.
4. Aplicar la cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS) para identificar y cuantificar los componentes químicos mayoritarios en el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad.

5. Formular un producto cosmético utilizando el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) como fragancia.

Hipótesis

- Hipótesis de trabajo

Es posible evaluar el rendimiento de la extracción de absoluto a nivel laboratorio, compararlo en función de la calidad del cardamomo y de la presentación de la materia prima (pergamino y oro), en sus tres distintas calidades.

- Hipótesis estadística
 - Hipótesis de investigación (Hi)

Existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo de tres distintas calidades.

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Donde μ_i representa a la media del rendimiento extractivo representativo de la calidad del cardamomo analizada.

- Hipótesis nula (Ho)

No existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo de tres distintas calidades.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Donde μ_i representa a la media del rendimiento extractivo representativo de la calidad del cardamomo analizada.

INTRODUCCIÓN

En el presente estudio de investigación a nivel de trabajo de graduación se presentará la evaluación del rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo obtenido de la oleorresina de cardamomo de primera, segunda y tercera calidad, haciendo uso de solventes como hexano y etanol anhidro, a nivel laboratorio, además de su aplicación y percepción sensorial en un producto de perfumería.

Las oleorresinas o concretos son mezclas de productos orgánicos de naturaleza oleosa biosintetizados por las plantas, en las cuales se presentan fracciones aromáticas representativas de cada planta, como aceites esenciales, ceras naturales y resinas, que aportan consistencia, aroma y sabor en las distintas aplicaciones.

Las aplicaciones de las oleorresinas o concretos alcanzan el ámbito de los alimentos, proporcionando sobre todo sabor y, en algunos casos, consistencia al producto. Se utilizan en pequeñas cantidades debido a la alta concentración de componentes y aroma.

No se puede mencionar una fecha puntual en la que se empieza a trabajar con los absolutos, la técnica de extracción ha ido perfeccionándose a través de cientos de años hasta en la actualidad. Las técnicas de extracción aún son objeto de estudio, ya que desde sus inicios se han realizado de forma artesanal, mientras que los estudios modernos tratan de optimizar estas técnicas.

La oleoresina o el concreto es la base del absoluto, con la diferencia que el absoluto es libre de fracciones lipídicas insolubles, lo que proporciona una alta calidad de la materia prima para la aplicación exclusiva en el ámbito de la perfumería. La calidad y presentación del absoluto son muy valiosas en la elaboración de productos de perfumería y en el mercado de las fragancias.

El proceso de extracción del absoluto, o bien, la refinación del concreto, añade valor tanto en calidad y presentación como monetario; la eliminación de las fracciones lipídicas proporciona una textura más refinada, que lo hace excelente para su aplicación directa y exclusiva en la perfumería, a comparación de otros extractos.

1. ANTECEDENTES

Dentro de la temática de los extractos vegetales, existen diversos estudios que presentan información sobre las especies vegetales analizadas a distintas condiciones de trabajo. Para el cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton), existen varios estudios sobre la oleorresina o concreto, que son fuente de información para el estudio del absoluto de cardamomo. Estos son:

En 2006, Nora Deulofeu, presenta el trabajo de graduación titulado *Determinación del rendimiento de la oleorresina de tres distintas clases de cardamomo (Elettaria cardamomum, L. Maton), cultivado en Alta Verapaz, extraída por maceración dinámica y dos solventes distintos a nivel laboratorio*, con el objetivo de observar la influencia de dos solventes en un mismo método extractivo. Los solventes utilizados en la maceración dinámica fueron etanol y hexano, utilizando fruto molido de primera, segunda y tercera clase, donde el máximo rendimiento reportado fue con etanol, siendo este de 6,30 %, y, a través del análisis estadístico, se presenta que no existe diferencia significativa entre los rendimientos con los dos solventes.

En 2009, Adrián Antonio Soberanis Ibáñez, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala presentó el trabajo de graduación titulado: *Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la oleorresina de cardamomo (Elettaria cardamomum, L. Maton) obtenida a nivel laboratorio utilizando dos métodos de lixiviación a tres diferentes temperaturas*, con el que buscaba comparar los rendimientos extractivos y observar la influencia del método y de la temperatura en el rendimiento. Los métodos comparados fueron: maceración estática y maceración dinámica a temperaturas de 25 °C, 50 °C y

78 °C. A través de un análisis estadístico se determinó que existe diferencia significativa entre métodos. Se reportó el máximo rendimiento mediante el método de maceración dinámica a una temperatura de 25 °C, siendo este de 20,968 %.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Oleorresinas

Es una mezcla más o menos fluida de resina y aceite esencial, como la trementina de pino.

2.1.1. Historia de las oleorresinas

A principios de 1970, la producción de oleorresinas de especias tenía lugar principalmente en los países industrializados, con predominio de los Estados Unidos y el Reino Unido, debido a la complejidad de la tecnología y a sus riesgos potenciales. Posteriormente, se produjo una transferencia parcial de tecnología a ciertos países productores de especias, principalmente la India, Singapur e Indonesia. Las esperanzas excesivamente optimistas sobre el ritmo de transferencia de tecnología originaron que se establecieran demasiadas instalaciones de elaboración. Como consecuencia, muchas de ellas empezaron a funcionar por debajo de su capacidad de producción. El ritmo más rápido en el crecimiento de la producción de oleorresinas se registró durante el período 1965-1975, pero después este ritmo se hizo considerablemente más lento. Debido a sus ventajas sobre las especias en crudo y los aceites esenciales, las oleorresinas han ido incrementando su parte experimental en el consumo global.

Las oleorresinas que primero se desarrollaron fueron extraídas de las especias con solvente, extrayendo el solvente por medio de vacío y luego el material inerte era tirado. La oleorresina resultante poseía una apariencia

pesada, como asfalto en forma de masa, rica en compuestos aromáticos, no siempre agradables, inapetecibles por su apariencia y por su alta viscosidad, difíciles de trabajar.

2.1.2. Definición de oleorresina

Las oleorresinas son líquidos naturales extraídos de especias o extractos herbales que contienen compuestos volátiles y no volátiles, los cuales caracterizan el sabor, color y aroma de materias primas naturales, y son típicamente líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas consistentes en aceites esenciales y materias resinosas

Las oleorresinas son exudados compuestos principalmente por constituyentes volátiles y resinosos, según la norma NF T 75-006 de febrero de 1998. Los bálsamos son oleorresinas caracterizadas por su alto contenido en compuestos benzoicos o cinámicos. Las oleorresinas son extractos de naturaleza oleosa, obtenidos de especias o diferentes plantas que proporcionan a los productos color o sabor, según las necesidades del cliente.

Las oleorresinas son de empleo más económico, de más fácil control de calidad y más limpias que las especias molidas equivalentes, además, son más estables que los aceites esenciales al ser calentadas.

2.1.3. Composición de las oleorresinas

Las oleorresinas están formadas por los siguientes compuestos:

- Esteres: principalmente de ácido benzoico, acético, salicílico y cinámico.
- Alcoholes: linalol, geraniol, citronelol, terpinol mentol, borneol.

- Aldehídos: citral, citronela, bezaldehído, cinamaldehído, aldehído cumínico, vainilla.
- Ácidos: benzoico, cinámico, mirístico, isovalérico, todos en estado libre.
- Fenoles: eugenol, timol, carvacrol.
- Cetonas: carvona, mentona, pulegona, irona, fenchona, tujona, alcanfor, metilnonil cetona, metil heptenona.
- Éteres: cíñelo, éter interno (eucaliptol), acetol, safrol.
- Lactosas: cumarina.
- Terpenos: canfeno, pineno, limoneno, felandreno, cedreno.
- Hidrocarburos: cimeno, estireno (feniletileno).

2.1.4. Principales usos de la oleorresina en la industria

Las principales ramas de la industria que utilizan las oleorresinas son:

- Industria alimenticia: se emplea en la coloración de productos lácteos (mantequillas, margarinas, quesos), en panadería (tortas, galletas), en helados, pudines y en la coloración de confituras. Se utilizan para la elaboración de salsas, aditivos, bebidas cola. Las oleorresinas ofrecen muchas ventajas sobre la especie en polvo pues dejan atrás los restos de material celular que no se requieren, obteniéndose así un sabor más concentrado y controlado; al incorporarse fácilmente en líquidos, aceites y grasas.
- Industria farmacéutica: se usa también oleorresina soluble en la composición de algunos medicamentos.

2.1.5. Tipos de oleorresinas

- Oleorresina soluble en aceite (liposoluble): es la oleorresina en su estado puro, resultante del proceso de extracción. Está preparada para su uso con otras materias oleosas o grasas. Se suministra en graduaciones de color que van desde la 40 000 a las 180 000 unidades de color.
- Oleorresina soluble en agua (hidrosoluble): mediante la incorporación de un polisorbato vegetal se consigue que la oleorresina sea soluble en agua. Este tipo de oleorresina está especialmente indicado para su uso en la industria alimentaria, elaboración de sopas, bebidas, conservas, entre otros. Se suministra en graduaciones de color que van desde la 30 000 a las 80 000 unidades de color.

2.1.6. Clasificación de oleorresinas

Las oleorresinas pueden dividirse en dos grupos, los cuales son (Deulofeu, 2006):

- Las que se preparan con especias y hierbas por extracción con disolventes volátiles: dentro de ésta categoría se encuentran las oleorresinas de especias, es importante distinguirlas de las acuarresinas, que típicamente se preparan por extracción con alcohol acuoso y no con disolventes. Se utilizan principalmente como agente saporífero en la industria de elaboración de alimentos.
- Las que se preparan a partir de cualquier parte odorífera de la planta, exceptuadas las flores, cuyo empleo principal es la perfumería.

2.2. Absolutos

A continuación se describe la historia del absoluto.

2.2.1. Historia del absoluto

En las antiguas civilizaciones, desde Egipto hasta Grecia, los perfumes no existían como tales. Flores, plantas aromáticas y resinas eran ante todo materias primas que se dedicaban al culto religioso. Pero, poco a poco, el uso de sustancias con olores aumentó y fueron evolucionando los aceites, ungüentos, licores fermentados, entre otros.

En la Edad Media, los Cruzados traían de Oriente materias primas y técnicas de perfumería. Las plantas normalmente servían para proteger contra las epidemias, mientras que los perfumes llegados de Oriente se mezclaban con los placeres sexuales. Después de los chinos y de los árabes, los alquimistas de Europa descubren el alcohol etílico y la destilación. Existe la creencia en las virtudes curativas y desinfectantes de los buenos olores, hasta en las epidemias.

Con la llegada de los árabes a España, la perfumería se extendió al resto de Europa. Los países mediterráneos contaban con el clima adecuado para el cultivo de flores y plantas aromáticas, principalmente el jazmín, la lavanda y el limón, por lo que las costas de España, Francia e Italia se vieron de repente rodeadas de plantaciones cuyos frutos eran aprovechados por los árabes, haciendo del perfume la principal herramienta de su comercio.

Por oriente, el perfume es introducido en Japón a través de China, que ya contaba en el siglo VI con grandes artesanos de la jardinería natural que

destinaban parte de sus cosechas al prensado de pétalos para la fabricación de perfumes. En este país se le concede al perfume un gran poder y el sentido del olfato, siempre desplazado frente a los otros cuatro, es colocado en la posición que le corresponde.

Aunque en la Edad Media la utilización del perfume quedara relegada gracias a la Iglesia, sí se siguió usando entre las clases sociales más favorecidas. Como la higiene personal dejaba mucho que desear, las mujeres se perfumaban con fuertes y persistentes aromas, como el ámbar, que alejaban, aparentemente, el mal olor. En los castillos se aromatizaban algunas estancias, naciendo así el primer ambientador de la historia.

Es aproximadamente en el año 1200 cuando tiene lugar el acontecimiento más significativo relacionado con el desarrollo de la industria perfumista tal y como se conoce en la actualidad. El rey Felipe II Augusto sorprendió a los perfumistas, que hasta ahora habían trabajado por su cuenta, con una concesión mediante la cual fijaba los lugares de venta de perfumes y reconocía la profesión como tal, así como la utilidad social de estas sustancias.

Fue entonces cuando se empezaron crear las primeras escuelas donde se formaron los primeros aprendices y oficiales de esta profesión, que, tras cuatro años de estudios, pasaban a ser maestros perfumistas que supervisaban los trabajos de prensado de pétalos, maceración de flores, mezclado de ingredientes y, en resumen, expertos encargados de conseguir la fórmula del perfume deseado. Esta concesión a los artesanos fue apoyada posteriormente en 1357 por Juan II, en 1582 por Enrique III y en 1658 fue ampliada por Luis XIV. Se convierte así Francia en la cuna del perfume.

En la perfumería actual se han logrado identificar una serie de notas olfativas, que son características de los perfumes y es lo que le da la consistencia al perfume; las notas olfativas que se reconocen en el mercado son:

- Florales: la gran familia floral agrupa todos los perfumes cuyo tema principal gira en torno a una flor o a un buqué de flores.
- Hespérides: las esencias de cítricos, que los perfumistas denominan Hespérides, constituyen los elementos principales de esta familia que comprende todas las *eaux fraîches*. Todos los perfumes de esta familia están constituidos esencialmente por cítricos como la bergamota, el limón, la naranja, la mandarina y el pomelo, asociados con productos originarios del naranjo (azahar, *petit-grain* o naranjo agrio, nerolí). También se encuentran aquí acordes florales o de tipo chipre. Estos perfumes se destacan por su frescura y ligereza, y comprenden las primeras *eaux de Cologne*.
- Amaderados: esta familia agrupa perfumes cuyo acorde principal está constituido por maderas como el sándalo, el cedro o el vetiver. Estos perfumes de corazón amaderado adquieren un carácter cálido y opulento cuando predominan el sándalo o el pachuli, volviéndose más secos con la presencia del cedro y del vetiver. Constituyen acordes masculinos cálidos, secos y elegantes a la vez, y van acompañados a menudo de un toque de frescura hespéride o de notas aromáticas.
- Chipre: los perfumes de tipo chipre, basados en una nota de madera, musgo y flores, a veces con fragancias de cuero o de fruta, son ricos y persistentes. El éxito de Chipre de Coty en 1917, dio origen a la familia

clásica de los perfumes de tipo chipre. Estas composiciones reposan sobre acordes de musgo de roble, pachuli y bergamota. La riqueza de las notas de chipre se integra muy bien con las notas frutales o florales. Esta familia constituye un grupo de perfumes de fuerte carácter, fácilmente reconocibles.

- Oriental: la armonía de las especias, de la madera y de la vainilla da origen a perfumes sofisticados y envolventes. La riqueza y la sofisticación de las composiciones orientales, aireadas con facetes aromáticas o hespérides, radican en el uso de materias preciosas como el ámbar, la resina, el tabaco, las especias exóticas (mirra, incienso y benjuí), las maderas sensuales y las notas animales.

Según el destino del perfume se puede tener una clasificación de las materias primas, tal como se muestra en la tabla I.

Tabla I. **Clasificación de las materias primas según el destino**

FAMILIA OLFATIVA	HOMBRE	MUJER
Florales		Acuático, aldehído, clavel, frutal, jazmín, madera, musgo, muguete, rosa violeta, tuberosa, naranjo, verde
Cítricos	Aromático	Aromático
Aromáticos	Acuático, agreste, fresco, helecho	
Amaderados	Acuático, aromático, chipre, especiado, floral, almizcle	
Chipre		Floral, frutal
Oriental	Especiado, helecho, madera	Especiado, floral, madera, vainilla

Fuente: elaboración propia, con base en el curso de perfumería.

2.2.2. Definición de absoluto

El absoluto es un aceite altamente concentrado, libre de resinas y ceras, que es la materia prima más preciada en perfumería, obtenida al realizar una serie de lavados con etanol anhidro y la eliminación de este.

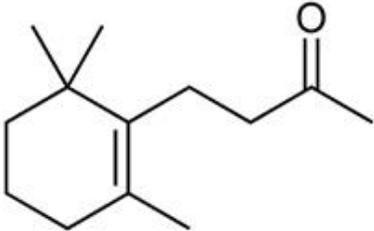
2.2.3. Composición del absoluto

En perfumería su nota puede sugerirse combinando lactonas e iononas, ya que entre los principales componentes del absoluto se encuentran derivados de las iononas (beta-iononas y dihidro-beta-ionona), gamma-decalactona y delta-lactonas, además de cis-jasmone, geraniol y trazas de safranal, eugenol o cumarina, entre otras.

2.2.3.1. Iononas

Las iononas son un conjunto de productos naturales que provienen de la degradación de los carotenoides. Son compuestos fragantes que se encuentran en diversos aceites esenciales, por ejemplo el aceite de rosa. Son utilizadas en perfumería y como saborizantes en alimentos.

Tabla II. **Características dihidro-β-ionona**

	Nombre IUPAC	4-(2,6,6-Trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)butan-2-one
	Formula	C ₁₃ H ₂₂ O
	Peso molecular	194,3 g/mol
	No. CAS	17283-81-7
	Nota olfativa	Floral, maderosa, frutal
	Nivel de uso recomendado	0,5 a 5 %

Fuente: *Givaudan*. <http://www.givaudan.com>. Consulta: 24 de junio de 2014.

2.2.4. **Uso del absoluto en la industria**

Tanto la oleorresina como el absoluto (o formas de extracto) tienen una amplia difusión en la industria de la perfumería fina, para otorgarle a los productos finales mayor fijación y características olorosas más comparables al producto natural de origen.

2.3. **Métodos de extracción**

Estos permiten obtener los productos en formas farmacéuticas adecuadas para su administración oral o externa, de acuerdo al lugar de acción que se recomiende.

2.3.1. **Oleorresinas**

Se puede extraer de las especias, como puede ser el pimentón, la oleorresina resultante es utilizada cada vez más en la industria alimentaria como colorante.

2.3.1.1. Lixiviación

La lixiviación, o extracción sólido-líquido, es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido. La extracción también puede ser líquido-líquido, en el que dos o más solventes entran en contacto parcial o totalmente, intercambiando masa debido a la polaridad de dichos solventes.

En el caso de la extracción del absoluto, este pasa a través de una extracción líquido-líquido y es debido a la polaridad de los solventes utilizados que se logra la remoción de fracciones lipídicas insolubles, logrando así un resultado de calidad.

2.3.1.2. Maceración dinámica

Para abreviar el tiempo de operación o de extracción, la materia prima y el solvente deben mantenerse en movimiento constante, logrando así la reducción de la capa límite entre el soluto y el solvente, maximizando el proceso de extracción.

2.3.1.3. Maceración estática

El proceso clásico de maceración consiste en dejar la materia prima en contacto con el solvente durante varios días, con agitación ocasional. El proceso estático es sumamente lento.

2.3.1.4. Unidad tipo Soxhlet

Este es un método de extracción sólido-líquido que hace uso del extractor Soxhlet.

Este extractor consta de cuatro partes o unidades principales, siendo estas: condensador, unidad de extracción, matraz y dedal. Adicionalmente se necesitan mangueras y plancha de calentamiento.

Para realizar una extracción Soxhlet se coloca una cantidad de materia prima seca en el dedal de celulosa, seguidamente se deposita en la unidad de extracción y se adapta al matraz que contiene el solvente que separará las fracciones solubles. Cuando este solvente llegue a su punto de ebullición, formará vapor que ascenderá por la pared interna del extractor.

En la parte superior de la unidad de extracción se conecta el condensador, con su respectiva entrada y salida de agua, cuyo flujo será en contracorriente.

Esta parte del extractor Soxhlet permitirá que el vapor que sube por la pared de la unidad de extracción cambie de fase, logrando con esto que regrese a la muestra en forma de gota.

El dedal deberá llenarse con el solvente que ha sido condensado hasta que alcance la altura del sifón en el extractor, luego será devuelto al matraz para empezar nuevamente el ciclo de extracción.

2.3.1.5. Percolación

La percolación consiste en hacer pasar el solvente a través de la materia prima, hasta su extracción exhaustiva completa. La percolación simple comprende la extracción exhaustiva de la materia prima con el solvente siempre renovado.

2.3.2. Absoluto

El proceso de extracción u obtención del absoluto parte en la formación de la oleorresina o el concreto. Toda la materia resinosa y aceite esencial son contenidos en la oleorresina, para formar el absoluto se realiza una disolución de la oleorresina en etanol anhidro. Cierta materia resinosa y ceras permanecerán insolubles en el etanol, debido a la polaridad de este, y serán removidas a través de una filtración, logrando así la obtención del absoluto

Los absolutos, por lo general contienen, de 50 a 80 % de ceras solubles en alcohol y solo de 20 a 25 % de aceite volátil, que se puede aislar a partir del absoluto por destilación. Sin embargo, no se ofrecen estos aceites volátiles de los absolutos en el mercado debido a su elevado precio y porque carecen por completo del alto valor de fijación de un absoluto, el cual se produce por la presencia de ceras naturales solubles en alcohol.

La conversión del concreto u oleorresina en absoluto puede ser descrita en el siguiente proceso general:

El concreto es sometido a alcohol caliente, en una proporción de 8 a 10 veces más en masa. Se realizan varios lavados, en un proceso *batch* en donde el tercer lavado es utilizado para un segundo lavado en el siguiente lote; el

segundo es para el primer lavado del concreto, donde el primer lavado representa la solución más concentrada. Posterior a los lavados, se lleva la solución a un cuarto bajo condiciones especiales (cuarto frío) con el objetivo de eliminar la máxima cantidad posible de ceras al solidificarse y depositarse bajo las condiciones frías, dando como resultado el absoluto; que puede ser utilizado directamente en perfumes alcohólicos.

2.4. Identificación de componentes activos

La investigación científica ha permitido descubrir una variada gama de principios activos, sustancias que se encuentran en las distintas partes u órganos de las plantas.

2.4.1. Cromatografía gaseosa

Técnica cromatográfica en la que la muestra se volatiliza y se inyecta en la cabeza de una columna cromatográfica. La elución se produce por el flujo de una fase móvil de gas inerte. A diferencia de los otros tipos de cromatografía, la fase móvil no interactúa con las moléculas del analito; su única función es la de transportar el analito a través de la columna.

2.4.2. Cromatografía gas-sólido (GSC)

La fase estacionaria es sólida y la retención de los analitos en ella se produce mediante el proceso de adsorción.

2.4.3. Cromatografía gas-líquido (GLC)

En la cromatografía gas-líquido se prepara una columna que contiene un soporte inerte (tubo largo) recubierto con una fase líquida estacionaria. La fase en movimiento es un gas inerte, normalmente helio, aunque a veces se usa el argón y el nitrógeno. La mezcla de muestra se introduce en la corriente de gas y, por lo tanto, dentro de la columna. El inyector, la columna y los detectores normalmente se calientan.

El proceso de migración diferencial está gobernado por la partición del soluto entre la fase gaseosa en movimiento y la fase líquida estacionaria. Por lo tanto, la velocidad de transporte para un soluto a través de una columna depende de la velocidad del flujo del gas transportador, de la temperatura y de la fase líquida estacionaria. Hay un gran número de choques entre la fase en movimiento y la fase estacionaria para cada molécula de soluto, con el resultado de que aún los compuestos que son casi idénticos pueden ser separados.

La fase móvil debe tener bajo costo, ser compatible con el detector y tener alta pureza. Para dar mayor reproducibilidad al análisis, la saturación del gas debe ser constante y debe ser controlada a través de válvulas de gas. La inyección se realiza generalmente con microjeringas que contienen la muestra.

2.4.4. Cromatografía en capa fina

Consiste en la separación de los componentes de una mezcla a través de la migración diferencial sobre una capa fina de adsorbente, retenida sobre una superficie plana. En esta técnica, una solución de la muestra que va a ser analizada se aplica por medio de un tubo capilar sobre la superficie de un

adsorbente inerte (sílica, alúmina, entre otros.) distribuido uniformemente sobre una placa de vidrio o de aluminio.

La placa se coloca verticalmente dentro de una cámara previamente saturada con el vapor del eluyente adecuado, de tal forma que la parte inferior de la placa que contiene la muestra entre en contacto con la fase móvil. El eluyente va a migrar por capilaridad en la placa cromatográfica, separando por migración diferencial los diversos componentes de la mezcla a ser estudiada. Después de que ha ocurrido, se evapora el eluyente y la placa se analiza utilizando luz UV o luz visible, o aplicando reactivos que dan como resultado reacciones de coloración con las sustancias contenidas en la mezcla analizada.

2.4.5. Cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC)

La cromatografía líquida de alta eficacia o *high performance liquid chromatography* (HPLC) es un tipo de cromatografía en columna utilizada frecuentemente en bioquímica y química analítica. También se la denomina a veces cromatografía líquida de alta presión o *high pressure liquid chromatography* (HPLC), aunque esta terminología se considera antigua y está en desuso. El HPLC es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatográfica.

2.4.6. Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (CG-EM)

La cromatografía de gases (GC) se emplea cuando los componentes de la mezcla problema son volátiles o semivolátiles y térmicamente estables a temperaturas de hasta 350-400 °C. A menudo, la cromatografía de gases se

emplea para confirmar la presencia o ausencia de un compuesto en una muestra determinada. Por otra parte, la espectrometría de masas (MS) puede identificar de manera casi inequívoca cualquier sustancia pura, pero normalmente no es capaz de identificar los componentes individuales de una mezcla sin separar previamente sus componentes, debido a la extrema complejidad del espectro obtenido por superposición de los espectros particulares de cada componente.

2.5. Cardamomo

Planta herbácea perenne y aromática que alcanza los cuatro metros de altura, las hojas son alternas y lanceoladas que envuelven el tallo, las flores son blancas al violeta pálido, la fruta es una vaina de color amarillo verdoso.

2.5.1. Clasificación taxonómica del cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)

A continuación, en la tabla III, se detalla la clasificación taxonómica del cardamomo.

Tabla III. **Clasificación taxonómica del cardamomo**

División	TRACHEOPHYTA
Sub-división	MAGNOLOEPHYTA
Clase	LILIATAE
Sub-clase	COMMELINIDAE
Orden	ZINGIBERALES
Familia	ZINGIBERACEAS
Género	ELETTARIA
Especie	CARDAMOMUM

Fuente: CANO ALVARADO, Manuel. *El cultivo del cardamomo*. p. 78.

2.5.2. Descripción botánica

Hierba perenne, rizoma ramificado subterráneo, tallos con hojas de 1,5 a 4 m de alto. Hojas alternas elípticas o lanceoladas, 0.7 a 1 de largo. Panículas florales de 0,6 a 1,3 m de largo, blancas o verde pálido, labio central violeta, en un raquis cerrado; bisexual pero autoestéril. Frutos en cápsulas triloculares, fusiformes a ovoides, verde pálido a amarillo, 15 a 20 semillas duras, de color café oscuro, anguladas, rugosas, con una membrana mucilaginoso.

2.5.3. Hábitat

Nativa de los bosques sombreados de la India, Ceylán y Malasia; crece en bosques lluviosos siempre verdes a alturas de 760 a 1 500 msnm y temperaturas entre los 10 y 35 °C. En Guatemala se ha aclimatado en la región norte y costa sur, donde se produce abundantemente para el mercado de exportación.

2.5.4. Historia

Semilla aromática que ha sido utilizada desde la antigüedad, conocida como la Reina de las Especies, siendo una de las más importantes del mundo y una de las más caras. La producción fue dominada por mucho tiempo por India y Sri Lanka, con un abastecimiento del 90 a 95 % de la demanda mundial.

El cardamomo fue introducido a Guatemala alrededor del año 1914 por medio del ciudadano alemán O. Majus a la finca Chinasayub de Cobán, Alta Verapaz. En 1948 la semilla introducida a Cobán fue llevada a la costa sur donde se inició la extensión del cultivo en la región.

2.5.5. Agricultura

Crece en suelos húmidos y arcillosos. Se propaga por división de rizoma o semilla; por rizoma es más barato y produce más rápidamente, pero es difícil la producción masiva y es más susceptible a enfermedades. Las semillas se sumergen en agua, se quita el mucílago, se mezcla con ceniza y se seca a las sombras por 2 o 3 días. Se siembra en camas de 1x6 m cubiertas con arena y paja con riego constante. Germinan a los 30-90 días, a los 6 meses se transplantan a viveros secundarios por 1 año. Las principales enfermedades en la India son *Fusarium moniliforme*, *Phytophthora nicotianae* y *P. palmivora*; en Guatemala se ha descrito un mosaico. La primera cosecha se obtiene a los 3 años, es baja pero aumenta con el tiempo. El rendimiento de cápsulas secas es de 80-168 kg/ha, la vida económica de una plantación es de 7-15 años. Se colecta la cápsula verde y se seca al sol por 5 días o en secadores con aire forzado.

2.5.6. Usos medicinales atribuidos y usos populares

La decocción de semillas se usa para tratar afecciones digestivas (diarrea, disentería, flatulencia y estreñimiento), respiratorias (asma, bronquitis, amigdalitis, tos), nerviosas y renales, dolor de oído y sarcoptosis. La tintura se usa contra la flatulencia; las semillas como masticatorio para indigestión, náusea y halitosis. Tópicamente se usa la infusión y el polvo en la preparación de cataplasma, emplastos y enemas para tratar induraciones, inflamaciones, tumores y cáncer.

2.5.7. Composición química

Las semillas tienen aceite esencial (2 a 8 %), almidón (20 a 40 %), pentosano, aceite graso (1 a 4 %), ácido caprílico, capróico, palmítico, esteárico, oléico y linoléico, esterol, oxalato de calcio, minerales y resina. La composición química del aceite esencial varía según las condiciones climáticas y variedades vegetales.

El análisis de 100 gramos de semilla fresca indica:

- 311 calorías
- 8,4 g de agua
- 10,8 g de proteína
- 6,7 g de grasa
- 68,5 g de carbohidratos
- 11,3 g de fibra
- 5,8 g de ceniza
- 383 mg de calcio
- 178 mg de fósforo
- 14 mg de hierro
- 18 mg de sodio
- 1179 mg de potasio
- 0,2 mg de tiamina
- 0,18 mg de riboflavina
- 1,1 mg de niacina

2.5.8. Farmacognosia

De las semillas secas se obtiene aceite esencial por destilación por arrastre con vapor directo, con un rendimiento de 3 a 10 % y por extracción con disolventes orgánicos se obtiene la oleoresina con un rendimiento de 52 a 58 %.

Las características de aceite esencial son:

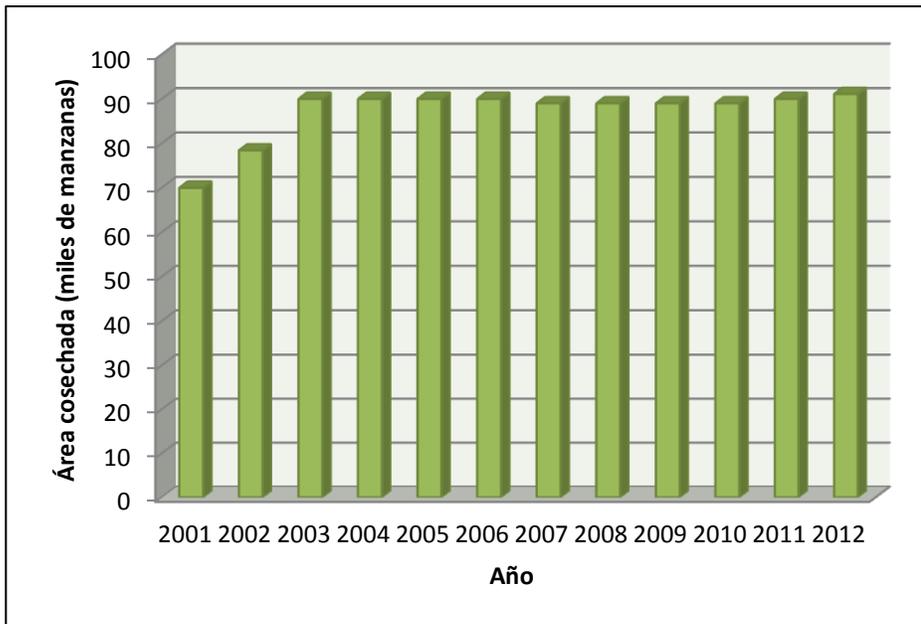
Líquido incoloro o amarillo muy pálido con un aroma penetrante ligeramente alcanforado, persistente, picante y de fuerte sabor aromático, con un densidad de 0,917 a 0,947 g/cm³, un índice de refracción de 1,4603 a 1,4660, valor ácido de 0,36 a 1,3, índice de saponificación de 96,5 a 156,4; es insoluble en agua, soluble en etanol al 70 % en relación 1:5, aunque puede ser opalescente. Se utiliza para saborizar alimentos, eventualmente en la industria de perfumes y en la industria farmacéutica como carminativo.

2.6. Situación nacional

Guatemala es el principal exportador de cardamomo a nivel mundial, sin embargo, según las estadísticas del Banco de Guatemala para el año 2011 un 93 % de la producción total fue destinada a la exportación.

Las estadísticas del Banco de Guatemala que hacen referencia en datos de exportadores de cardamomo indican que el área destinada para el cultivo del cardamomo ha aumentado en un lapso de 12 años de 70 mil manzanas hasta 91,1 mil manzanas.

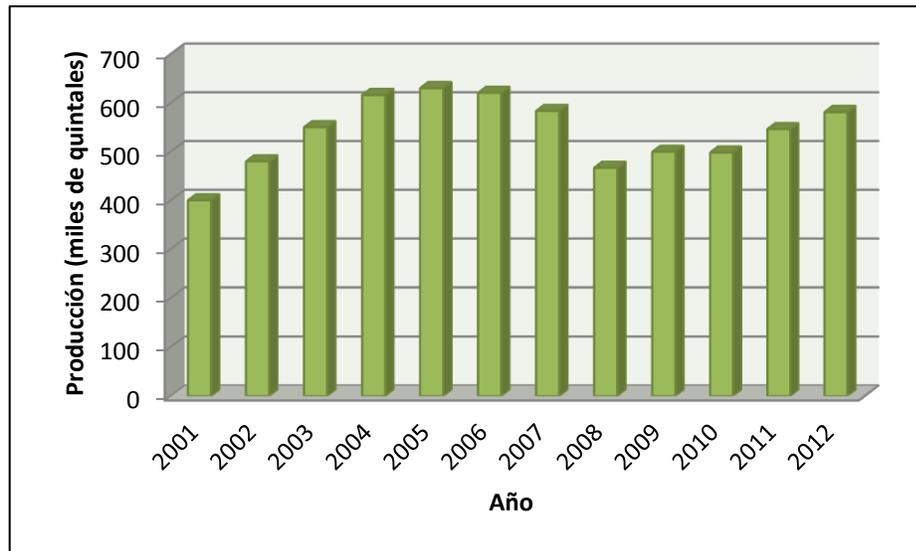
Figura 1. **Área dedicada a la cosecha de cardamomo durante el período de 2001 a 2012**



Fuente: Banco de Guatemala.

La producción también presentó un aumento en el lapso de 12 años que van desde 400 mil quintales hasta 581 mil quintales de cardamomo en pergamino.

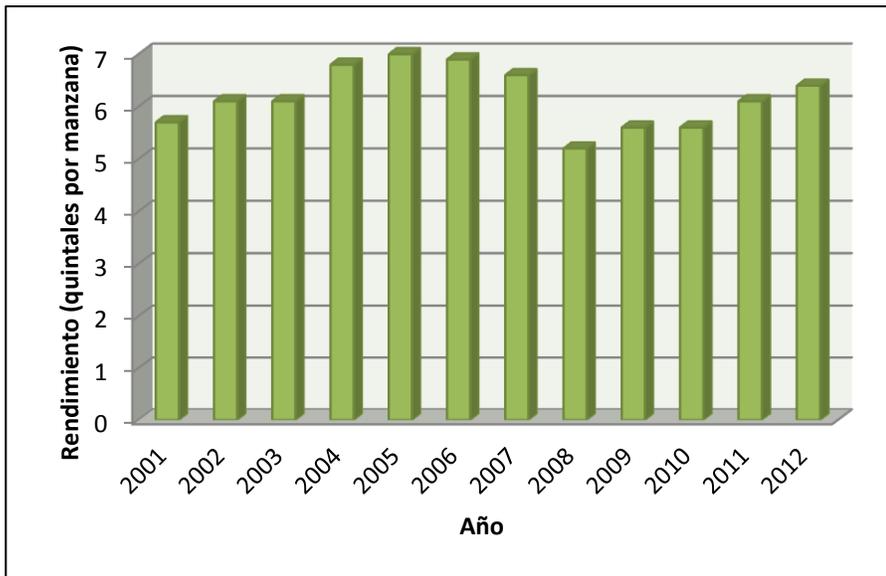
Figura 2. **Producción de cardamomo durante el período de 2001 a 2012**



Fuente: Banco de Guatemala.

Otro factor a tomar en cuenta es el rendimiento, que indica los quintales de cardamomo en pergamino obtenidos por manzana cultivada, que va desde 5,7 quintales hasta 6,4 quintales en los últimos 12 años, y es un parámetro importante para evaluar la tecnificación del cultivo y observar si es posible mejorar el rendimiento por área cultivada.

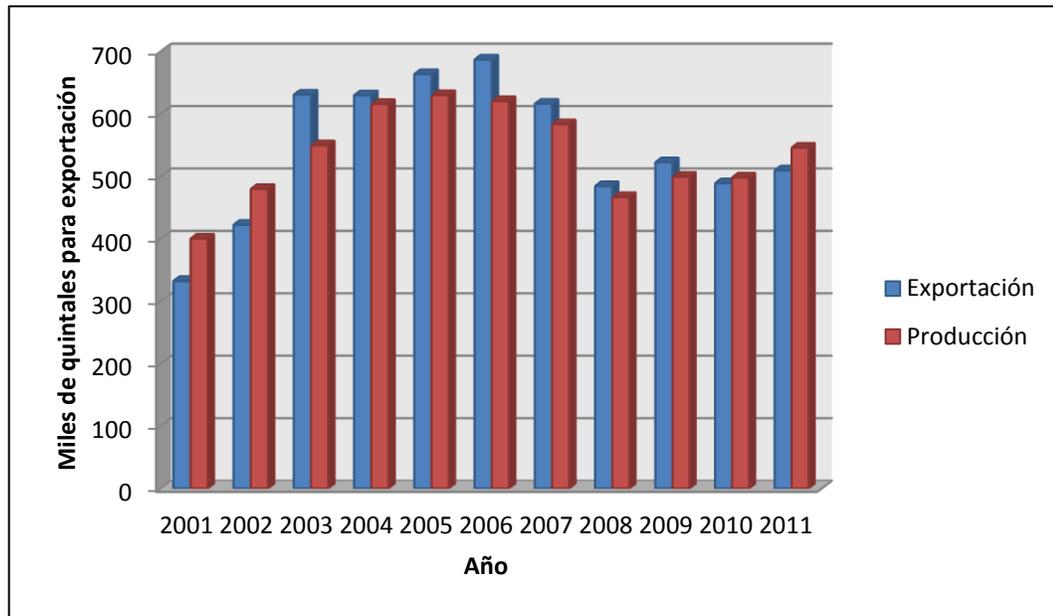
Figura 3. Rendimiento de la cosecha de cardamomo durante el período de 2001 a 2012



Fuente: Banco de Guatemala.

Alrededor del 83 a 95 % de la producción total durante un lapso de 12 años ha sido destinada a la exportación, según los datos sobre exportaciones proporcionadas por la Asociación de Cardamomeros de Guatemala (Cardegua) y la Federación de Cooperativas de las Verapaces (Fedecovera).

Figura 4. **Comparación entre la producción y exportación de cardamomo durante el período de 2001 a 2012**



Fuente: Banco de Guatemala.

2.7. Aplicación de extractos de cardamomo a un producto

Dentro del marco de este estudio, la aplicación del absoluto de cardamomo está destinada a un producto de perfumería, basándose en la reglamentación apropiada. La formulación del producto será con base en la reglamentación de la INSHT, respecto a los límites permisibles del solvente utilizado, siendo en este caso el hexano.

2.7.1. Perfumería

La naturaleza ofrece al perfumista un número ilimitado de fragancias. A pesar de esto, los efectos son siempre singulares y exclusivos, y tienen un tema

y una categoría por lo que son fáciles de identificar y describir. Las notas que se reconocen y son utilizadas en las fragancias a nivel mundial son: floral, floral aldehído, oriental, verde, cítrico, helechos, almizcle, animal, piel, especias, maderas, herbal, Chipre, entre otras. La perfumería es considerada como un arte, ya que la insistente búsqueda por la estabilidad y combinación de distintos aromas o fragancias se ha convertido en una extensa búsqueda del equilibrio entre ellas.

2.7.2. Reglamentación involucrada

El área de la perfumería no se encuentra totalmente regulada, sin embargo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), proporciona un documento en donde se exponen los límites de exposición de ciertas sustancias químicas. Los parámetros expuestos son VLA-ED y VLA-EC que corresponden a valores límites ambientales de exposición diaria y exposición de corta duración respectivamente, los cuales serán tomados como parámetro para la aplicación del extracto de cardamomo a un producto de perfumería. Para el hexano se tienen los siguientes límites:

Figura 5. Límites permisibles de algunos componentes según INSHT

CAS	AGENTE QUÍMICO (año de incorporación o de actualización)	VALORES LÍMITE			
		VLA-ED®		VLA-EC®	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
77-47-4	Hexaclorociclopentadieno	0,01	0,11		
67-72-1	Hexacloroetano	1	9,8		
1335-87-1	Hexacloro naftaleno		0,2		
684-16-2	Hexafluoroacetona	0,1	0,69		
2551-62-4	Hexafluoruro de azufre	1.000	6.075		
7783-79-1	Hexafluoruro de selenio, como Se	0,05	0,16		
7783-80-4	Hexafluoruro de telurio	0,02	0,2		
	Hexametilendiamina	véase 1,6-Hexanodi			
110-54-3	n-Hexano (2007)	20	72		
	Hexano: Otros isómeros	500	1.790	1.000	3.580
124-09-4	1,6-Hexanodiamina	0,5	2,4		
	2-Hexanona	véase Metil-n-butik			
107-41-5	Hexilenglicol			25	123

Tabla 1 – Valores límite ambientales (VLA)

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2.7.3. Formulación de producto

La formulación del producto estará basada en los componentes generales de un perfume o fragancia. Los ingredientes básicos para la formulación serán:

- Fracción aromática, en este caso el absoluto de cardamomo, que brinda notas olfativas especiadas y es el objetivo del proyecto.
- Fijador, que es el *carrier* de la fragancia y es un humectante en productos cosméticos.
- Alcohol al 70 %, que es un medio de dilución de la fragancia.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Localización

La parte experimental del estudio de investigación se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala, en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), de la sección de Química Industrial, del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

3.2. Variables

Las variables independientes para este estudio de investigación son: la calidad del cardamomo (primera, segunda y tercera calidad) y presentación de la materia prima a utilizar para los procesos extractivos (pergamino y oro).

3.2.1. Variable respuesta

Las variables respuestas para el estudio de investigación son:

- Rendimiento extractivo de la oleoresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton).
- Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton).
- Porcentaje de fracciones lipídicas y resinas no solubles en alcohol.
- Caracterización fisicoquímica del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton).

3.3. Delimitación del campo de estudio

La investigación es de carácter cuantitativo-experimental-comparativo en donde se buscará la evaluación a nivel laboratorio, mediante el método de maceración dinámica, del rendimiento extractivo, caracterización fisicoquímica del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton). Asimismo, se determinará el porcentaje de fracciones lipídicas y resinas insolubles en alcohol anhidro en la oleorresina en función de la calidad de cardamomo.

3.4. Obtención de muestras

La materia vegetal se obtuvo de las plantaciones de cardamomo ubicadas en la franja transversal del norte, de la región de Alta Verapaz y Baja Verapaz, región conocida como el Corredor del cardamomo.

3.5. Recursos humanos

Investigador: Br. Jorge Mario Gálvez García.

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

3.6. Recursos materiales

Son los bienes tangibles para el logro de los objetivos.

3.6.1. Materia prima

- Cardamomo pergamino (primera, segunda y tercera calidad)
- Cardamomo oro (primera, segunda y tercera calidad)

3.6.2. Materiales auxiliares

- Papel Parafilm M
- Mangueras de plástico
- Papel filtro Whatmann núm. 1
- Agitadores magnéticos
- Viales color ámbar de 4 mL y 2 mL
- Dedales de celulosa
- Trampa de sílica gel

3.6.3. Cristalería

- Balón de fondo plano 500 mL Ilmabor TGI
- Condensador de bolas LMS 24/40
- *Beackers* de 200 mL, 100 mL Boeco Germany
- Embudo Buchner
- Unidades Soxhlet

3.6.4. Reactivos

- Hexano grado reactivo
- Etanol anhidro
- Agua desmineralizada

3.6.5. Equipo

Conjunto de artículos y recursos físicos que sirven para un fin determinado.

Figura 6. **Bomba de vacío**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 7. **Recirculador VWR 120 V**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 8. **Plancha de calentamiento y agitación VWR 120 V**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 9. **Rotaevaporador BUCHI 100-240 V**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 10. **Balanza analítica “BOECO” de 120 V**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 11. **Balanza de humedad “BOECO” de 120 V**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

Figura 12. **Refractómetro “Fisher Scientific” de 60 hertz**



Fuente: LIEXVE-CII-USAC.

3.7. Técnicas cuantitativas y cualitativas

En la tabla IV se describen las variables y el método a utilizar.

Tabla IV. **Variables dependientes e independientes y el método a analizar**

Parámetro	Cuantitativa	Cualitativa
Porcentaje de humedad	x	
Índice de refracción		x
Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas	x	

Fuente: elaboración propia.

3.8. Procedimiento

A continuación se presenta cada uno de los procedimientos empleados para cada uno de los tratamientos a la materia prima, extracción del absoluto de cardamomo y análisis realizado al absoluto de cardamomo

3.8.1. Porcentaje de humedad

Para la evaluación del porcentaje de humedad de la materia prima a analizar se procedió a colocar una muestra de 1 gramo en la balanza analítica de humedad, y la muestra fue sometida a una temperatura de 105 °C por el tiempo necesario hasta que la masa de la muestra fuera constante.

3.8.2. Rendimiento extractivo

Para la extracción del absoluto de cardamomo se llevaron a cabo dos procedimientos, siendo el primero una extracción con hexano en una maceración dinámica con reflujo y el segundo una extracción líquido-líquido y filtración en frío utilizando etanol anhidro.

- Extracción con hexano
 - Se armó el sistema de maceración dinámica con reflujo y se colocó la muestra de 50 gramos a macerar en un volumen de solvente en relación 1:8 (masa : volumen) durante 2 horas.
 - Se filtró la muestra al vacío haciendo uso de una trampa de sílica gel y una bomba de vacío.
 - Se extrajo el solvente (hexano) mediante rotaevaporación, dejando así la oleorresina como producto final.

- Extracción con etanol anhidro
 - La oleorresina obtenida se diluyó en etanol anhidro, previamente calentado a una temperatura de 40 °C, en una relación 1:8 (masa: masa) y refrigerándola a una temperatura de -8 °C por 24 horas.
 - Luego de 24 horas, la muestra se filtró al vacío, haciendo uso de papel filtro Whattman núm.1.
 - Posterior al filtrado, la muestra fue sometida nuevamente a refrigeración por 24 horas.
 - El procedimiento se llevó a cabo hasta que la muestra no presentara sólidos después del período de refrigeración.

3.8.3. Índice de refracción

Previo a la lectura del índice de refracción se calibró el equipo utilizando agua como blanco, tomando como referencia el índice de refracción del agua. Para la medición del índice de refracción, se tomó una muestra del absoluto de cardamomo, se colocó en el lente del refractómetro y se tomó la lectura del índice de refracción del extracto.

3.8.4. Cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (CG-EM)

La GC-MS consiste en inyectar 0,1 microlitros de absoluto de cardamomo (o la muestra a analizar) a un cromatógrafo con acoplamiento a espectrometría de masas o detector de masas, con el fin de identificar la compuestos presentes en el absoluto de cardamomo. Estos se identifican en un cromatograma donde se presentan varios picos y cada pico representa un tiempo de retención al que se le asigna un área porcentual con un nivel de confianza, que muestra la probabilidad de la presencia del componente en la muestra.

3.9. Recolección y tabulación de la información

La información obtenida de los análisis efectuados se presenta en las siguientes tablas.

Tabla V. **Porcentaje de humedad de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Presentación	Calidades		
	Primera	Segunda	Tercera
Pergamino	8,77 %	9,09 %	7,39 %
Oro	8,52 %	7,57 %	6,99 %

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla VI. **Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	2,86	1,82	2,65
Segunda	2,74	1,90	2,93
Tercera	2,65	1,95	2,36
Media	2,75	1,89	2,65
Desviación estándar	0,11	0,06	0,29

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla VII. **Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	3,79	2,93	2,58
Segunda	3,55	3,00	2,63
Tercera	3,75	3,00	2,62
Media	3,70	2,98	2,61
Desviación estándar	0,13	0,04	0,03

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla VIII. **Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	1,07	0,96	2,64
Segunda	1,67	1,04	1,43
Tercera	1,00	0,97	1,49
Media	1,24	0,99	1,85
Desviación estándar	0,37	0,05	0,68

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla IX. **Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	2,53	0,88	1,28
Segunda	1,20	1,53	1,21
Tercera	1,23	1,49	1,29
Media	1,65	1,30	1,26
Desviación estándar	0,76	0,36	0,04

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla X. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación pergamino**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	1,466	1,475	1,469
Segunda	1,468	1,473	1,469
Tercera	1,460	1,470	1,465
Media	1,470	1,472	1,468
Desviación estándar	0,005	0,003	0,002

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XI. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad, en presentación oro**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Primera	1,463	1,462	1,463
Segunda	1,463	1,463	1,465
Tercera	1,466	1,465	1,465
Media	1,464	1,463	1,464
Desviación estándar	0,002	0,001	0,001

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XII. **Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, utilizando la técnica Soxhlet y evaluando el máximo rendimiento extractivo**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	2,45	1,94	2,97

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XIII. **Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, utilizando la técnica Soxhlet y evaluando el máximo rendimiento extractivo**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	4,30	3,59	2,77

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XIV. **Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, utilizando la oleorresina de cardamomo obtenida de la técnica Soxhlet**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	1,32	1,71	1,82

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XV. **Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, utilizando la oleorresina de cardamomo obtenida de la técnica Soxhlet**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	2,27	2,06	1,59

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XVI. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación pergamino, obtenido de la oleorresina de cardamomo, obtenida de la técnica Soxhlet**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	1,464	1,459	1,465

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XVII. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera, segunda y tercera calidad en presentación oro, obtenido de la oleorresina de cardamomo, obtenida de la técnica Soxhlet**

Corrida	Primera calidad	Segunda calidad	Tercera calidad
Única	1,462	1,465	1,467

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Tabla XVIII. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,64	57,32	3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	000080-26-2
2	25,123	8,19	1,5-dimetil-1-vinil-4-hexenil butirato	000078-36-4
3	11,686	5,54	1,8-cineol	000470-82-6
4	24,700	4,99	1,6-octadien-3-ol,3,7 dimetil	000078-70-6
5	36,663	3,25	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
6	4,936	2,65	Alcohol etílico	000064-17-5
7	37,209	2,52	2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol di-isobutirato	6846-50-0
8	35,908	2,21	1,6-octadien-3-ol,3,7-dimetil formiato	000115-99-1
9	42,344	2,18	Nerolidol 2	1000285-43
10	32,601	1,65	2,6-octadien-1-ol,3,7-dimetil acetato	000105-87-3

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de segunda calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,754	53,40	3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	000080-26-2
2	25,178	8,95	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	007149-26-0
3	36,758	6	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
4	11,718	5,94	1,8-cineol	000470-82-6
5	24,723	5,02	1,6-octadien-3-ol,3,7 dimetil	000078-70-6
6	37,282	4,79	Éster de ácido 2-metil-propil 2-metil-propanoico	000097-85-8

Continuación de la tabla XIX.

7	42,367	2,56	1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	000142-50-7
8	35,922	2,04	(E) -3,7-dimetil-2,6-octadien-1-ol	000106-24-1
9	36,610	1,26	2,6-octadien-1-ol.3,7-dimetil acetato	000105-87-3
10	31,787	1,18	2,6-Octadienal, 3,7-dimetil-, (E)	000141-27-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de tercera calidad en presentación pergamino, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,754	44,76	3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	000080-26-2
2	11,836	15,42	1,8-cineol	000470-82-6
3	25,164	7,52	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	007149-26-0
4	24,723	4,59	1,6-octadien-3-ol,3,7 dimetil	000078-70-6
5	36,69	3,36	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
6	37,231	2,64	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
7	4,932	1,86	Alcohol etílico	000064-17-5
8	42,353	1,60	Nerolidol 2	1000285-43-6
9	35,903	1,36	(E) -3,7-dimetil-2,6-octadien-1-ol	000106-24-1
10	27,120	1,34	(R) - (-) - 2,2-dimetil-1,3-dioxolano-4-metanol	014347-78-5

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de primera calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,754	53,46	4-careno	029050-33-7
2	25,219	9,19	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	007149-26-0
3	11,773	7,79	1,8-cineol	000470-82-6
4	24,746	4,94	1,6-octadien-3-ol, 3,7 dimetil	000078-70-6
5	42,385	2,28	1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	000142-50-7
6	35,931	1,98	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil formiato	000115-99-1
7	36,672	1,91	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
8	32,651	1,75	2,6-octadien-1-ol, 3,7-dimetil acetato	000105-87-3
9	37,218	1,41	Ácido 2,2-dimetil-1-(2-hidroxi-1-metiletil) propil éster 2-metilpropanoico	074367-33-2
10	21,502	1,14	(1 alfa, 2beta, 5alpha) -2-metil-5-(1-metiletil) biciclo [3.1.0] hexano-2-ol hidrato de cis-sabineno, cis-4-tujanol	015537-55-0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de segunda calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,754	54,05	3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	000080-26-2
2	25,214	9,19	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	007149-26-0
3	11,777	8,40	1,8-cineol	000470-82-6
4	24,741	5,01	1,6-octadien-3-ol, 3,7 dimetil	000078-70-6
5	36,727	3,71	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
6	37,259	2,75	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7

Continuación de la tabla XXII.

7	42,385	2,43	1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	000142-50-7
8	35,931	1,93	4-hexen-1-ol, 5-metil-2-(1-metil-etil) -, (2R) -	000498-16-8
9	31,823	1,19	2,6-Octadienal, 3,7-dimetil-, (E)	000141-27-5
10	21,498	1,14	(1 alfa, 2beta, 5alpha) -2-metil-5-(1-metiletil) biciclo [3.1.0] hexano-2-ol hidrato de cis-sabineno, cis-4-tujanol	015537-55-0

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Composición química del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) de tercera calidad en presentación oro, obtenida por GC-MS**

Núm.	Tiempo de retención (min)	Área (%)	Componente químico	Número CAS
1	30,754	52,08	3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	000080-26-2
2	11,809	9,90	1,8-cineol	000470-82-6
3	25,237	9,48	1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	007149-26-0
4	24,755	5,28	1,6-octadien-3-ol, 3,7 dimetil	000078-70-6
5	36,740	3,66	Ácido butanoico, éster butílico	000109-21-7
6	42,394	2,66	1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	000142-50-7
7	37,268	2,65	Ácido butanoico, éster 1-metilpropil	000819-97-6
8	35,940	2,07	(E) -3,7-dimetil-2,6-octadien-1-ol	000106-24-1
9	31,855	1,44	2,6-Octadienal, 3,7-dimetil-, (E)	000141-27-5
10	26,952	1,34	3-ciclohexen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil) -, (R) -	020126-76-5

Fuente: elaboración propia.

3.10. Análisis estadístico

El análisis estadístico tiene el objetivo de determinar la diferencia significativa existente entre los factores independientes del ensayo, los cuales afectan el resultado final del estudio. El análisis de varianza (Anova) requiere analizar la influencia de dos factores que afectan la variable respuesta, siendo, en este caso, el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo. Los factores a analizar son la presentación de la materia prima y la calidad de la materia prima.

3.10.1. Análisis de varianza de dos factores para análisis del absoluto de cardamomo

Se realizó el análisis de varianza con el objetivo de evaluar el efecto que tienen los factores de presentación de la materia prima y calidad de la materia prima en el rendimiento extractivo de absoluto de cardamomo, obteniendo las tablas siguientes:

Tabla XXIV. Experimento de dos factores para el rendimiento extractivo de absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad

Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total	Media
	Primera	Segunda	Tercera		
Pergamino	1,07	0,96	2,64	12,26	1,36
	1,66	1,04	1,43		
	1,00	0,97	1,49		
Oro	2,53	0,88	1,28	12,63	1,40
	1,20	1,53	1,21		
	1,23	1,49	1,29		
Total	8,69	6,87	9,34	49,78	
Media	1,45	1,14	1,56		1,38

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Tabla de totales para el análisis de varianza I

Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total
	Primera	Segunda	Tercera	
Pergamino	3,73	2,97	5,56	12,26
Oro	4,95	3,90	3,78	12,63
Total	8,69	6,87	9,34	24,89

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Análisis de varianza del rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Presentación	0,008	1	0,008	0,036	0,853	4,747
Calidad	0,548	2	0,274	1,258	0,319	3,885
Interacción	0,912	2	0,456	2,091	0,166	3,885
Dentro del grupo	2,616	12	0,218			
Total	4,084	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Experimento de dos factores para el contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

Contenido de acetato de terpinilo (porcentaje de área)					
Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total	Media
	Primera	Segunda	Tercera		
Pergamino	57,32	53,40	44,76	155,48	51,83
Oro	53,46	54,05	52,08	159,59	53,20
Total	110,78	107,45	96,84	630,14	
Media	55,39	53,73	48,42		52,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Tabla de totales para el análisis de varianza II**

Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total
	Primera	Segunda	Tercera	
Pergamino	57,32	53,40	44,76	155,48
Oro	53,46	54,05	52,08	159,59
Total	110,78	107,45	96,84	315,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Análisis de varianza del contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Presentación	2,815	1	2,815	0,178	0,714	18,513
Calidad	52,997	2	26,499	1,675	0,374	19,000
Error	31,637	2	15,818			
Total	87,450	5				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Experimento de dos factores para el porcentaje de fracciones lipídicas insolubles removidas del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)

Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total	Media
	Primera	Segunda	Tercera		
Pergamino	0,203	0,493	1,071	4,49	0,50
	0,608	0,384	0,244		
	0,217	0,782	0,487		
Oro	1,311	0,131	0,279	3,29	0,37
	0,259	0,445	0,268		
	0,133	0,226	0,243		
Total	2,73	2,46	2,59	15,56	
Media	0,46	0,41	0,43		0,43

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. Tabla de totales para análisis de varianza del porcentaje de fracciones lipídicas removidas

Factor A (presentación)	Factor B (calidad)			Total
	Primera	Segunda	Tercera	
Pergamino	1,03	1,66	1,80	4,49
Oro	1,70	0,80	0,79	3,29
Total	2,73	2,46	2,59	7,78

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Análisis de varianza del porcentaje de fracciones lipídicas insolubles removidas del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Muestra	0,079	1	0,079	0,657	0,433	4,747
Columnas	0,006	2	0,003	0,025	0,975	3,885
Interacción	0,290	2	0,145	1,207	0,333	3,885
Dentro del grupo	1,442	12	0,120			
Total	1,817	17				

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados del análisis de varianza (Anova) y con el objetivo de evaluar el rechazo o aceptación de las distintas hipótesis estadísticas, se tomará una distribución Fisher con un nivel de confianza del 95 % para encontrar la F crítica y compararla con la f calculada.

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

4. RESULTADOS

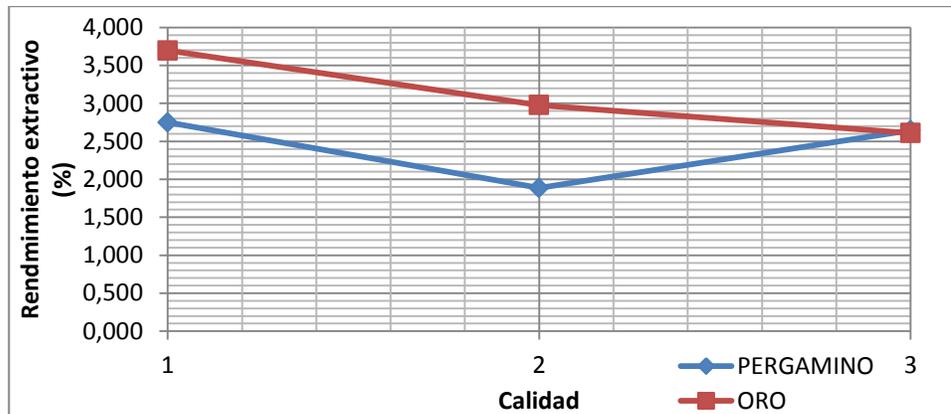
A continuación se presentan los resultados de rendimiento extractivo, índice de refracción, componentes mayoritarios y sus respectivas relaciones en función de la calidad de la materia prima y presentación de esta.

Tabla XXXIII. **Rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Calidad	Presentación de cardamomo	
	Pergamino	Oro
Primera	2,75 ± 0,11	3,70 ± 0,13
Segunda	1,87 ± 0,06	2,98 ± 0,04
Tercera	2,65 ± 0,29	2,61 ± 0,03

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Figura 13. Rendimiento extractivo de oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro en función de la calidad de la materia prima



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Modelo matemático para el rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro, en función de la calidad de la materia prima

Color	Presentación	Modelo matemático	R ²
	Pergamino	$%R = 0,8122c^2 - 3,3002c + 5,2377$	1
	Oro	$%R = 0,1756c^2 - 1,2462c + 4,7673$	1

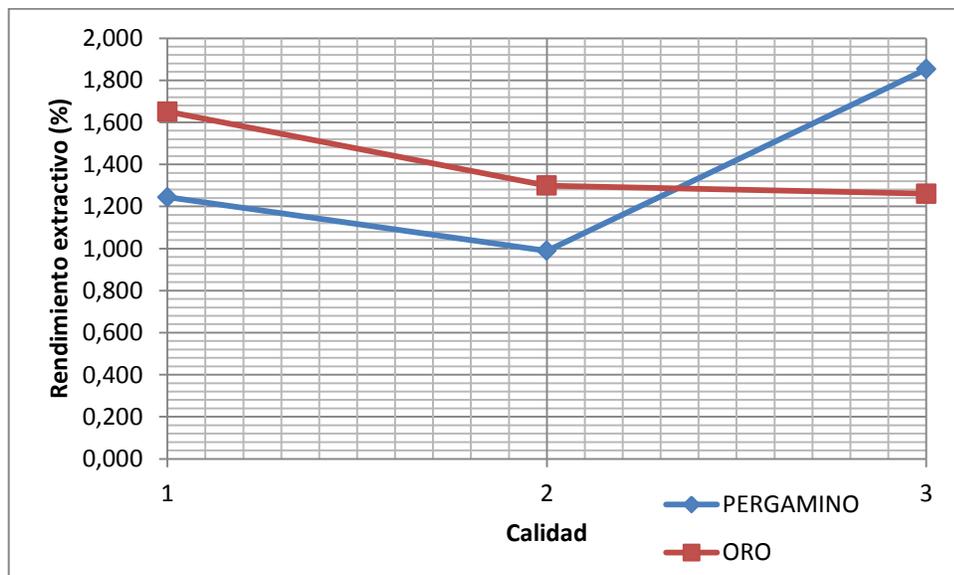
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad

Calidad	Presentación de cardamomo	
	Pergamino	Oro
Primera	1,24 ± 0,37	1,65 ± 0,76
Segunda	0,99 ± 0,05	1,30 ± 0,36
Tercera	1,85 ± 0,68	1,26 ± 0,04

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Figura 14. Rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Modelo matemático para el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Color	Presentación	Modelo matemático	R ²
	Pergamino	$%R = 0,5595c^2 - 1,9337c + 2,6183$	1
	Oro	$%R = 0,1565c^2 - 0,8211c + 2,3157$	1

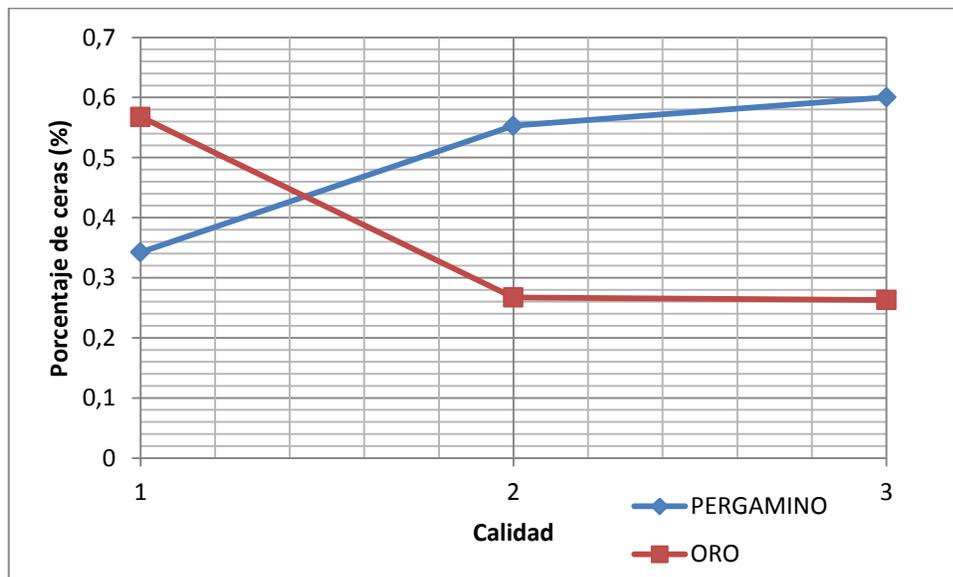
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Calidad	Presentación de cardamomo	
	Pergamino	Oro
Primera	0,34 ± 0,23	0,57 ± 0,65
Segunda	0,55 ± 0,21	0,27 ± 0,16
Tercera	0,60 ± 0,43	0,26 ± 0,02

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Figura 15. **Porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Modelo matemático para el porcentaje de material no soluble, en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Color	Presentación	Modelo matemático	R ²
	Pergamino	$\%MNS = -0,0816c^2 + 0,4552c - 0,0313$	1
	Oro	$\%MNS = 0,1481c^2 - 0,7446c + 1,1642$	1

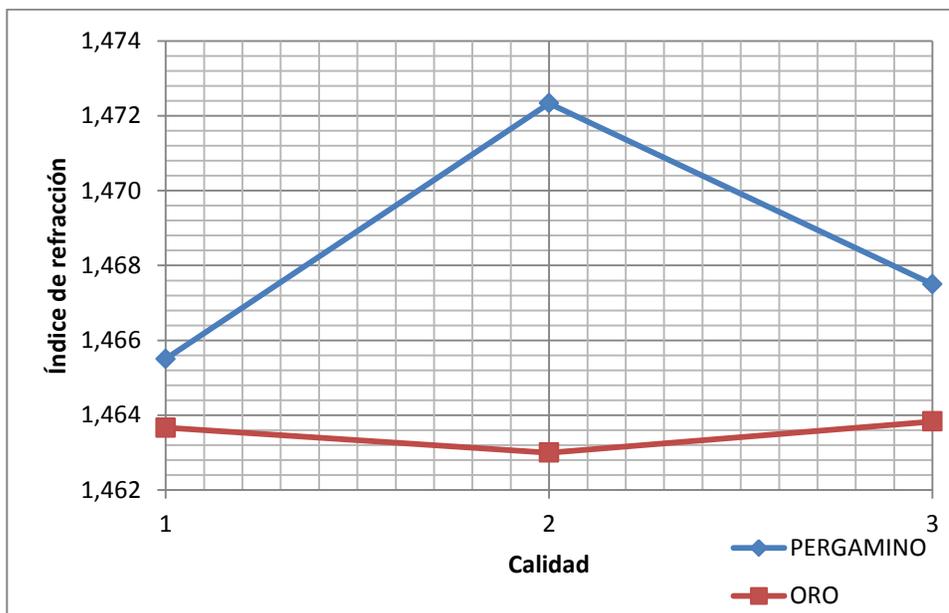
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación en pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Calidad	Presentación de cardamomo	
	Pergamino	Oro
Primera	1,47 ± 0,01	1,46 ± 0,00
Segunda	1,47 ± 0,00	1,46 ± 0,00
Tercera	1,47 ± 0,00	1,46 ± 0,00

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

Figura 16. **Índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Modelo matemático para el índice de refracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Color	Presentación	Modelo matemático	R ²
	Pergamino	$IR = -0,0058c^2 + 0,0243c + 1,447$	1
	Oro	$IR = 0,0008c^2 - 0,00296c + 1,4658$	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Nombre común de los componentes mayoritarios presentes en el absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

Nombre IUPAC	Nombre común
3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato	Acetato de terpinilo
1,5-dimetil-1-vinil-4-hexenil butirato	Butirato de linalil
1,8-cineol	Eucaliptol
1,6-octadien-3-ol,3,7 dimetil	Linalol
Ácido butanoico, éster butílico	Butil butirato
2,2,4-trimetil-1,3-pentanodiol di-isobutirato	
1,6-octadien-3-ol,3,7-dimetil formiato	Formiato de linalilo
Nerolidol 2	Peruviol
2,6-octadien-1-ol,3,7-dimetil acetato	Acetato de geraniol
1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimetil-, 2-aminobenzoato	Antranilato de linalilo
Éster de ácido 2-metil-propil 2-metil-propanoico	Isobutil isobutirato
1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimetil	Cis-Nerolidol
(E) -3,7-dimetil-2,6-octadien-1-ol	Geraniol
2,6-Octadienal, 3,7-dimetil-, (E)	Citral alfa
(R) - (-) - 2,2-dimetil-1,3-dioxolano-4-metanol	r-glicerol acetónido
4-careno	
Ácido 2,2-dimetil-1-(2-hidroxi-1-metiletil) propil éster 2-metilpropanoico	Ácido metil propanoico
(1 alfa, 2beta, 5alpha) -2-metil-5-(1-metiletil) biciclo [3.1.0] hexano-2-ol hidrato de cis-sabineno, cis-4-tujanol	Tujanol
4-hexen-1-ol, 5-metil-2-(1-metil-eténil) -, (2R) -	Lavandulol
3-ciclohexen-1-ol, 4-metil-1-(1-metiletil) -, (R) -	Terpinen-4-ol

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Comparación de los 10 primeros componentes en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Componente	Pergamino			Oro		
	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
Acetato de terpinilo	57,32	53,40	44,76		54,05	52,08
4-careno				53,46		
Butirato de linalil	8,19					
Eucaliptol	5,54	5,94	15,42	7,79	8,40	9,90
Linalol	4,99	5,02	4,59	4,94	5,01	5,28
Butil Butirato	3,25	6,00	3,36	1,91	3,71	3,66
Formiato de linalilo	2,21			1,98		
Peruvicol	2,18		1,60			
Acetato de geraniol	1,65	1,26		1,75		
Antranilato de linalilo		8,95	7,52	9,19	9,19	9,48
Isobutil isobutirato		4,79				
Cis-Nerolidol		2,56		2,28	2,43	2,66
Geraniol		2,04	1,36			2,07
Citral alfa		1,18			1,19	1,44
r-glicerol acetónido			1,34			
Ácido metil propanoico				1,41		
Lavandulol					1,93	
Terpine-4-ol						1,34
Tujanol				1,14	1,14	

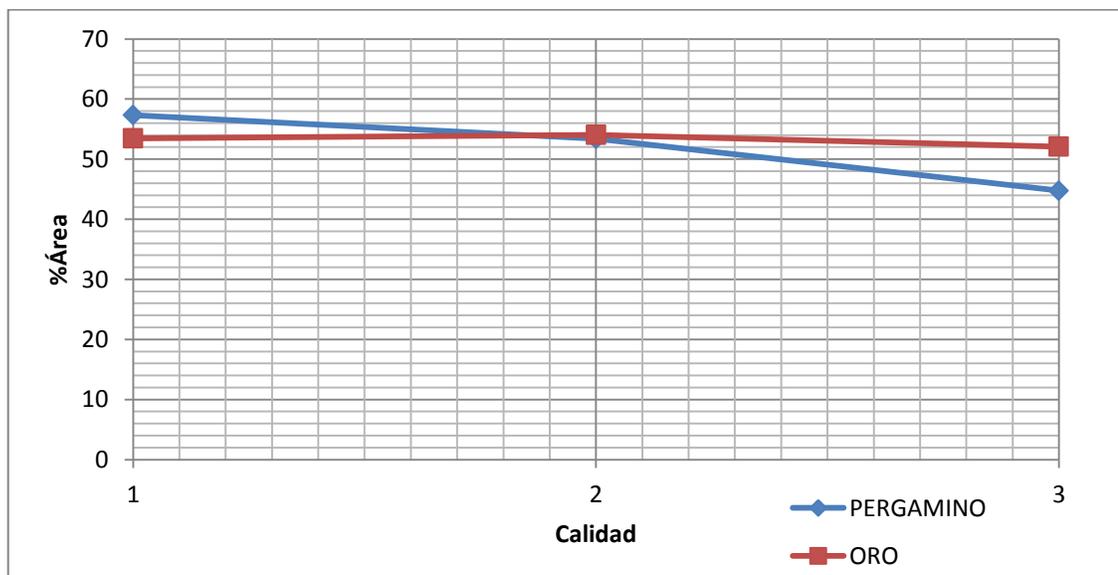
Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIII. **Contenido de acetato de terpinilo, en porcentaje de área, en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de la presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad**

Calidad	Presentación de cardamomo	
	Pergamino	Oro
Primera	57,32 %	53,46 %
Segunda	53,40 %	54,05 %
Tercera	44,76 %	52,08 %

Fuente: elaboración propia, con base en datos del cromatografo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

Figura 17. **Contenido de acetato de terpinilo en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) obtenido de las presentaciones pergamino y oro en función de la calidad**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIV. **Modelo matemático para el contenido de acetato de terpinilo en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton), obtenido de las presentaciones pergamino y oro en función de la calidad**

Color	Presentación	Modelo matemático	R ²
	Pergamino	$\%Área = -2,36c^2 + 3,16c + 56,52$	1
	Oro	$\%Área = -1,28c^2 + 4,43c + 50,31$	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLV. **Datos de la formulación y elaboración de fragancias con base en absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) utilizados para la realización de una prueba sensorial**

Fragancia	Concentración de absoluto de cardamomo	Concentración de fijador	Concentración de alcohol (al 70 %)
A	5 %	5 %	90 %
B	10 %	5 %	85 %
C	15 %	5 %	80 %

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIXVE-CII-USAC.

Tabla XLVI. **Datos de la proyección, a nivel planta piloto, para la extracción del absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton)**

Materia prima utilizada	Cardamomo de primera calidad en presentación pergamino
Cantidad de materia prima	3,217 kg
Rendimiento de oleorresina	4,94 %
Relación de maceración	1:5 (masa:volumen)
Rendimiento de absoluto	4,37 %
Relación de dilución	1:8 (masa:masa)

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales –LIEXVE-CII-USAC.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente proyecto de investigación a nivel de trabajo de graduación consistió en la evaluación del rendimiento extractivo, caracterización fisicoquímica y evaluación de fracciones lipídicas insolubles de absoluto de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Maton) en presentación pergamino y oro de primera, segunda y tercera calidad, utilizando el método de maceración dinámica a nivel laboratorio y planta piloto, a una temperatura de 25 °C, con un tiempo de extracción de 2 horas.

La materia prima utilizada es proveniente de distintas áreas de Cobán, Alta Verapaz, que juntamente con otras regiones es conocida como el Corredor del cardamomo, sector con la mayor producción de cardamomo en el país. La materia prima fue deshidratada de manera convencional en los beneficios de cardamomo, para su posterior clasificación y tratamiento. Los factores que determinan la calidad del cardamomo son: tamaño del grano y su coloración.

Se procedió a la clasificación de la materia prima con base en el tamaño del grano y color: el cardamomo de primera calidad es el de grano grande y coloración verde uniforme, el cardamomo de segunda calidad el de grano mediano y una coloración verde clara con trazas amarillas, y el cardamomo de tercera calidad el de grano pequeño y una coloración café. La variación en las coloraciones es debido al tiempo y temperatura de secado, el cardamomo catalogado como primera calidad ha sido expuesto a las condiciones adecuadas de secado mientras que el cardamomo de tercera calidad ha sido afectado por la temperatura y el tiempo de secado.

Asimismo, se evaluó el porcentaje de humedad del cardamomo ya clasificado, con el objetivo de evaluar el cumplimiento del estándar de calidad para su exportación, manteniendo un porcentaje de humedad igual o menor al 10 %. Como se puede observar en la tabla V, en la sección Recolección y tabulación de la información, la materia prima cumple con este requisito de exportación y se puede observar la tendencia de menor humedad en la tercera calidad de ambas presentaciones en comparación con la primera.

Al clasificar la materia prima y evaluar el porcentaje de humedad, esta fue sometida a un proceso de molienda, haciendo uso de un molino de discos, con el objetivo de maximizar el área de contacto con el solvente y maximizar el rendimiento extractivo. Haciendo uso de la técnica de maceración dinámica con reflujo, se realizaron las extracciones de la oleorresina de cardamomo en sus dos presentaciones y tres calidades, utilizando hexano como solvente extractor de las fracciones aromáticas y lipídicas.

Para cada extracción se tomó una muestra de 50 gramos de cardamomo molido en una relación de 1:5 (masa:volumen) de hexano, manteniendo un reflujo de agua fría durante el tiempo de la extracción, siendo este de dos horas, con el objetivo de evitar la evaporación parcial del hexano debido a la agitación del sistema. Las variables analizadas fueron la presentación del cardamomo y la calidad del cardamomo, realizando 3 réplicas de cada extracción, con un total de 18 extracciones de oleorresina de cardamomo.

Para la obtención de la oleorresina como producto final, es necesaria la eliminación del solvente utilizado para la extracción, usando el equipo de rotaevaporación, el cual permite la eliminación de solventes a través de la reducción de presión de vapor del solvente y el calentamiento simultáneo, facilitando su evaporación.

Asimismo, se realizaron extracciones con el método Soxhlet, con el objetivo de observar el máximo rendimiento de extracción de oleorresina para luego tratarla y obtener el absoluto respectivo. Este método permite el agotamiento total del material vegetal lo que posibilita observar el máximo rendimiento de la extracción.

Luego de la obtención de la oleorresina de cardamomo, esta fue tratada en una extracción líquido-líquido con etanol anhidro logrando la formación de sólidos que representan las fracciones lipídicas insolubles, posteriormente se efectuó la eliminación de estos sólidos y la obtención del absoluto de cardamomo. La oleorresina fue colocada en una relación 1:8 (masa:masa) con etanol anhidro. Este etanol, previamente calentado a 40 °C, permitió la fusión de toda fracción lipídica o material presente en la oleorresina y el enfriamiento súbito permitió la solidificación de estas.

La solidificación de las fracciones lipídicas es debido a la polaridad del solvente utilizado, el etanol anhidro, siendo este un solvente polar; a diferencia del hexano, un solvente no polar, estas fracciones lipídicas permanecen en solución en la oleorresina. La temperatura del etanol es un factor importante a considerar, si esta pasa de 40 °C el material vegetal podría verse afectado, así como el producto final, debido a la volatilidad de las fracciones aromáticas y a la estabilidad del material resinoso ante temperaturas altas.

El tiempo y la temperatura de refrigeración es otro factor importante a considerar, ya que a temperatura ambiente no se solidifican todas las fracciones lipídicas, por lo que es necesario llevar hasta una temperatura de -10 °C durante 24 horas de refrigeración y varios filtrados para asegurar la eliminación total o mayoritaria de fracciones lipídicas insolubles; debido a su tamaño es

necesario filtrarlas al vacío, utilizando papel filtro Whatmann núm. 1, que es el papel con menor tamaño de poro.

Para cada muestra del absoluto obtenido se realizó una prueba de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas (GC-MS), con el fin de determinar la composición química del absoluto de cardamomo, identificación y cuantificación de sus componentes mayoritarios representativos y observar así la variación entre los factores analizados.

En la tabla XXXIII se muestra el rendimiento extractivo de la oleorresina de cardamomo para las tres distintas calidades en sus dos distintas presentaciones, donde el mayor rendimiento obtenido para la presentación pergamino fue el de primera calidad, de $2,75\% \pm 0,11$, y para la presentación oro fue el de primera calidad, de $3,70\% \pm 0,13$.

El máximo rendimiento obtenido de oleorresina mediante el método Soxhlet para la presentación pergamino fue de $2,97\%$ para la tercera calidad, teniendo una sola corrida; para la presentación oro el rendimiento máximo es de $4,30\%$ para la primera calidad, teniendo una sola corrida.

En la tabla XXXV se presentan los rendimientos extractivos del absoluto de cardamomo, donde el mayor rendimiento para la presentación pergamino fue el de tercera calidad, con rendimiento de $1,85\% \pm 0,68$, y para la presentación oro fue el de primera calidad, con rendimiento de $1,65\% \pm 0,76$.

Para la extracción del absoluto con la oleorresina obtenida del método Soxhlet el máximo rendimiento para la presentación pergamino es de $1,82\%$ para la tercera calidad y un máximo rendimiento de la presentación oro de $2,27\%$ para la primera calidad, ambas con una sola corrida.

El análisis de varianza para el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo representado en la tabla XXIV y XXVI, para un F calculado con un 95 % de confianza, muestra que no existe diferencia significativa en el rendimiento entre calidades en la misma presentación ni entre presentaciones de cardamomo, por lo que el rendimiento no se ve afectado por la presentación y la calidad de la materia prima.

El porcentaje de fracciones lipídicas insolubles se muestra en la tabla XXXVII, donde el mayor porcentaje de sólidos removidos en la presentación pergamino es de $0,60 \% \pm 0,43$ en la primera calidad, mientras que en la presentación oro el mayor porcentaje de fracciones lipídicas removidas es de $0,57 \% \pm 0,65$ para la primera calidad. La temperatura a la cual se refrigeró y se filtró el absoluto fue de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, la mínima temperatura alcanzada para la solidificación de la mayor cantidad de fracciones lipídicas insolubles presentes en el absoluto de cardamomo.

El análisis de varianza para el porcentaje de fracciones lipídicas removidas del absoluto de cardamomo, representado en las tablas XXX a la XXXII, para un F calculado con un 95 % muestra que no existe diferencia significativa en el porcentaje de fracciones lipídicas removidas del absoluto de cardamomo entre calidades y presentación de materia prima utilizada.

Las tablas XVIII a la XXIII muestran los componentes mayoritarios en cada presentación y en cada calidad, el componente con una mayor porcentaje de área o mayor concentración es el 3-ciclohexeno-1-metanol, alfa, alfa, 4-trimetil acetato conocido como acetato de terpinilo, presente en un 57,32 % en el cardamomo de primera calidad en presentación pergamino, siendo este el mayor porcentaje de área reportado. El menor porcentaje de área reportado es

para el cardamomo de tercera calidad, en presentación pergamino con un 44,76 %.

El análisis de varianza para el contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo, presentado en las tablas XVII y XXIX, para un F calculado con un 95 % de confianza, muestra que no existe diferencia significativa en el contenido de acetato de terpinilo entre calidades y presentaciones de materia prima, por lo que este componente es el mayor presente en cualquier calidad de cardamomo.

En la tabla XLI se observa un listado de los componentes mayoritarios reportados en la cromatografía gaseosa y nombres comunes. Entre estos componentes reportados se encuentran: eucaliptol, linalol, butirato de linalil, butil butirato, peruvicol, acetato de geraniol, geraniol, lavandulol, siendo estos los componentes representativos del absoluto de cardamomo. En los apéndices 1 a 6, se muestran los cromatogramas del absoluto de cardamomo en sus dos presentaciones con sus tres calidades. En los apéndices 7 a 12 se encuentra el listado de los componentes detectados en la prueba de cromatografía del absoluto de cardamomo en sus dos presentaciones con sus tres calidades.

La proyección de la corrida a nivel planta piloto se diseñó con base en los resultados obtenidos en el estudio a nivel laboratorio, tomando en cuenta el rendimiento extractivo y el contenido de acetato de terpinilo, por lo que se utilizó cardamomo de primera calidad en presentación pergamino bajo el mismo procedimiento descrito anteriormente. El lote utilizado consistió en 3,217 kg de cardamomo molido, teniendo un rendimiento de oleorresina de cardamomo de 4,94 % y un rendimiento de absoluto de 4,37 %.

El absoluto de cardamomo fue aplicado en un producto de perfumería, se realizó una prueba sensorial con el fin de visualizar la aceptación del extracto en un producto utilizado diariamente. Como se puede observar en la tabla XLII, se muestran las composiciones de las 3 fragancias elaboradas a base de absoluto de cardamomo. Se elaboraron 3 fragancias en 3 distintas concentraciones de absoluto de cardamomo.

La elaboración de las fragancias consistió en la utilización del absoluto de cardamomo, propilenglicol como fijador de la fragancia, alcohol desnaturalizado y agua. Las fragancias comerciales utilizan distintos tipos de fijador, mezclas de varias fracciones aromáticas, alcoholes y colorantes.

Las estadísticas muestran que para la fragancia A, con una concentración de absoluto de cardamomo de 5 %, se tiene que: en la evaluación del olor un 82 % encuentra muy agradable el aroma, a un 14 % les parece poco agradable y a un 4 % poco desagradable. Para el color un 36 % les parece muy agradable mientras que un 32 % les parece poco agradable y a un 27 % les es indiferente el color de una fragancia. En cuanto a la consistencia/textura, a un 77 % les parece muy agradable; a un 9 % les es poco agradable y un 14 % les es indiferente.

Para la fragancia B, con una concentración de 10 % de absoluto de cardamomo, se tiene que: en cuanto al olor un 64 % responde que le es muy agradable, mientras que un 27 % responde que le es poco agradable y un 9 % restante responde que le es indiferente el olor. Para la evaluación del color un 36 % responden que le es indiferente, a un 32 % le parece poco agradable, a un 23 % le parece muy agradable y a un 9 % le parece poco desagradable. En la consistencia/textura a un 68 % le parece agradable, a un 18 % le parece poco agradable, a un 9 % le es indiferente y a un 5 % le parece poco agradable.

Para la fragancia C, con una concentración de absoluto de cardamomo de 15 % se tiene que: en cuanto al olor un 64 % responde que le es muy agradable; un 18 % responde que le es poco agradable; un 14 % responde que le es poco desagradable y a un 4 % le es indiferente. En cuanto al color un 41% responde que le es indiferente; un 27 % que le es poco agradable; un 18 % que es muy agradable y a un 14 % le es poco desagradable. Para la consistencia/textura se tiene que a un 54 % le es muy agradable; a un 23 % le es poco desagradable; a un 14 % le es indiferente y a un 9 % es parece poco agradable.

La aceptación de la aplicación del absoluto de cardamomo es muy subjetiva, ya que no todos los evaluadores tienen un mismo gusto para las fragancias aunque sí es relevante discutir sobre la consistencia/textura del producto. La característica principal y más valiosa de los absolutos, en general, es la ausencia de fracciones lipídicas, los que proporciona una sensación ligera y sutil al tacto, por lo que un control estricto de su remoción es necesario para lograr la calidad del absoluto y del producto al que fue aplicado.

CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo obtenido fue de cardamomo de tercera calidad en presentación pergamino siendo de $1,853 \% \pm 0,682$ y el máximo obtenido para la presentación oro fue de $1,651 \% \pm 0,757$ para cardamomo de primera calidad; teniendo modelos matemáticos para la predicción del rendimiento extractivo de absoluto para cada presentación.
2. No existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo del absoluto de cardamomo en función de la presentación y calidad de materia prima de cardamomo utilizada.
3. La presencia de fracciones lipídicas insolubles en el absoluto de cardamomo en presentación pergamino de primera calidad fue de $0,553 \% \pm 0,21$ y para la presentación oro de primera calidad $0,568\% \pm 0,647$, siendo estos los mayores porcentajes reportados; teniendo modelos matemáticos para la predicción del porcentaje de fracciones lipídicas o material insoluble en etanol anhidro para cada presentación.
4. No existe diferencia significativa en el porcentaje de fracciones lipídicas insolubles removidas del absoluto de cardamomo en función de la presentación y calidad de la materia prima de cardamomo utilizada.
5. El componente mayoritario en el absoluto de cardamomo es el acetato de terpinilo. El mayor porcentaje reportado es $57,32 \%$ en el cardamomo de primera calidad en presentación pergamino y el menor reportado es

de 44,76 % para el cardamomo de tercera calidad en presentación pergamino.

6. No existe diferencia significativa en el contenido de acetato de terpinilo en el absoluto de cardamomo, siendo este el componente mayoritario en al absoluto de cardamomo.
7. El parámetro presentado para la caracterización del absoluto de cardamomo es el índice de refracción, siendo este, en la presentación pergamino de entre 1,466 y 1,472; y para la presentación oro entre 1,464 y 1,463.
8. La fragancia mejor aceptada, basada en cuanto a su olor, color y consistencia/textura, es la fragancia cuya concentración de absoluto de cardamomo es de 5 %, contra las fragancias cuyas concentraciones de absoluto de cardamomo eran 10 % y 15 %.

RECOMENDACIONES

1. Para un mejor control de remoción de fracciones lipídicas insolubles, diseñar un reactor agitado en el que la temperatura del absoluto se mantenga ente -15 a -20 °C, para lograr solidificar la mayor cantidad de fracciones lipídicas y compararlo con este estudio.
2. El estudio de la viabilidad y posibilidad de extracción de absolutos con la variación de solventes polares y no polares, observando la variación del rendimiento, componentes mayoritarios y aceptación del extracto aplicado, y comparar los resultados con este estudio.
3. Evaluar el contenido de acetato de terpinilo en función de la altura de cultivo, el tipo de suelo y tipo de abono proporcionado a la planta durante su crecimiento y maduración.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banco de Guatemala. *Costos de producción agrícolas temporada 2001-2012*. Guatemala: Banco de Guatemala, 2012. 89 p.
2. _____. *Estadísticas de producción, exportación e importación de los principales productos agropecuarios temporada 2001-2012*. Guatemala: Banco de Guatemala, 2012. 123 p.
3. BRUNETON, Jean. *Farmacognosia, fitoquímica, plantas medicinales*. España: ACRIBIA, 2001. 134 p.
4. CÁCERES, Armando. *Plantas de uso medicinal en Guatemala*. Guatemala: Editorial Universitaria, 1996. 89 p.
5. DEOULEFEU, Nora Matilde. *Determinación del rendimiento de la oleorresina de tres distintas clases de cardamomo (*Elettaria cardamomum*, L. Matton) cultivado en Alta Verapaz, extraída por maceración dinámica y dos solventes distintos, a nivel laboratorio*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 112 p.
6. DOMÍNGUEZ, Xorge Alejandro. *Métodos de investigación fitoquímica*. México: Limusa, 1985. 178 p.
7. GUENTHER, Ernest. *The essential oils*. Nueva York: Van Nostrand Co, 1948-1952. 189 p.

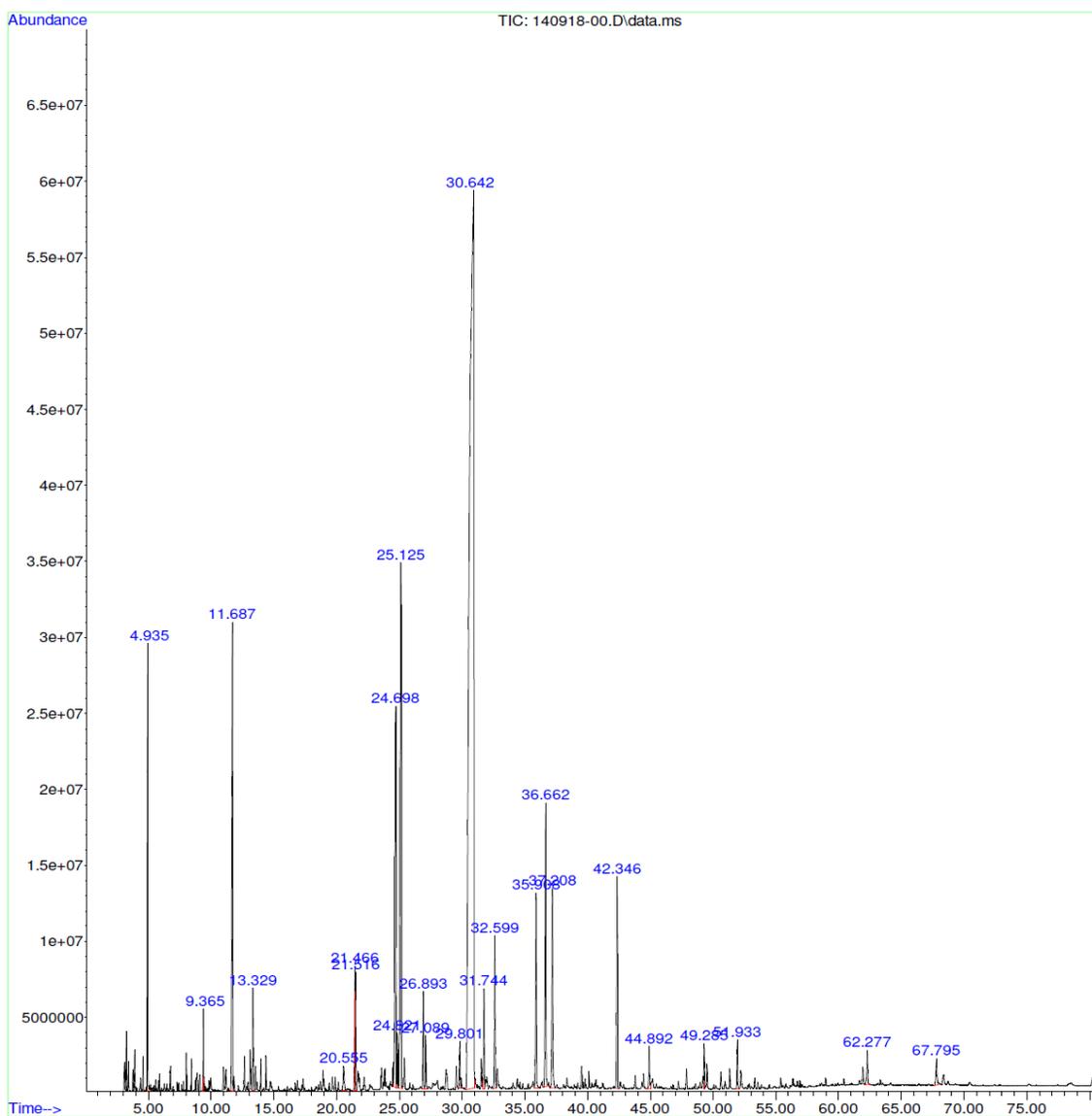
8. MORALES, Agustín Saucedo. *Esencias y fragancias*. Proyecto de Investigación. Santo Domingo: IES 17 p.
9. MUÑOZ, Manuel Basilio. *Aplicación y modificaciones experimentales al control de calidad de los aceites esenciales en Guatemala*. Trabajo de graduación de Lic. en Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1976. 89 p.
10. OTHMER, Kirk. *Enciclopedia de tecnología química*. México: Limusa, 1998. 67 p.
11. RECINOS, Gustavo Adolfo. *Evaluación del rendimiento de concretos obtenidos en la secuencia extractiva por lixiviación mediante técnica soxhlet con tres solventes (hexano, etanol y agua) a partir de frutos de arrayán (Myrica cerifera L.) recolectados de los bosques naturales del área nor-central de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 105 p.
12. SALAMANCA, Mónica Alejandra. *Extracción y caracterización de oleorresina de orégano (Origanum vulgare)*. Trabajo de graduación. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Escuela de Tecnología Química, 2009. 94 p.
13. SOBERANIS, Adrián Antonio. *Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la oleorresina de cardamomo (Elettaria cardamomum, L. Matton) obtenida a nivel laboratorio utilizando dos métodos de lixiviación a tres diferentes temperaturas*. Trabajo de graduación de Ing.

Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 203 p.

14. TRASE, George Edward; EVANS, William. *Farmacognosia*. México: Continental, 1971. 90 p.
15. Vademecum de prescripción. *Plantas medicinales*. 3a. ed. Barcelona: Masson, 1998. 89 p.
16. WORWOOD, Valerie Ann. *The complete book of essential oils and aromatherapy*. Reino Unido: New World Library, 1990. 227 p.

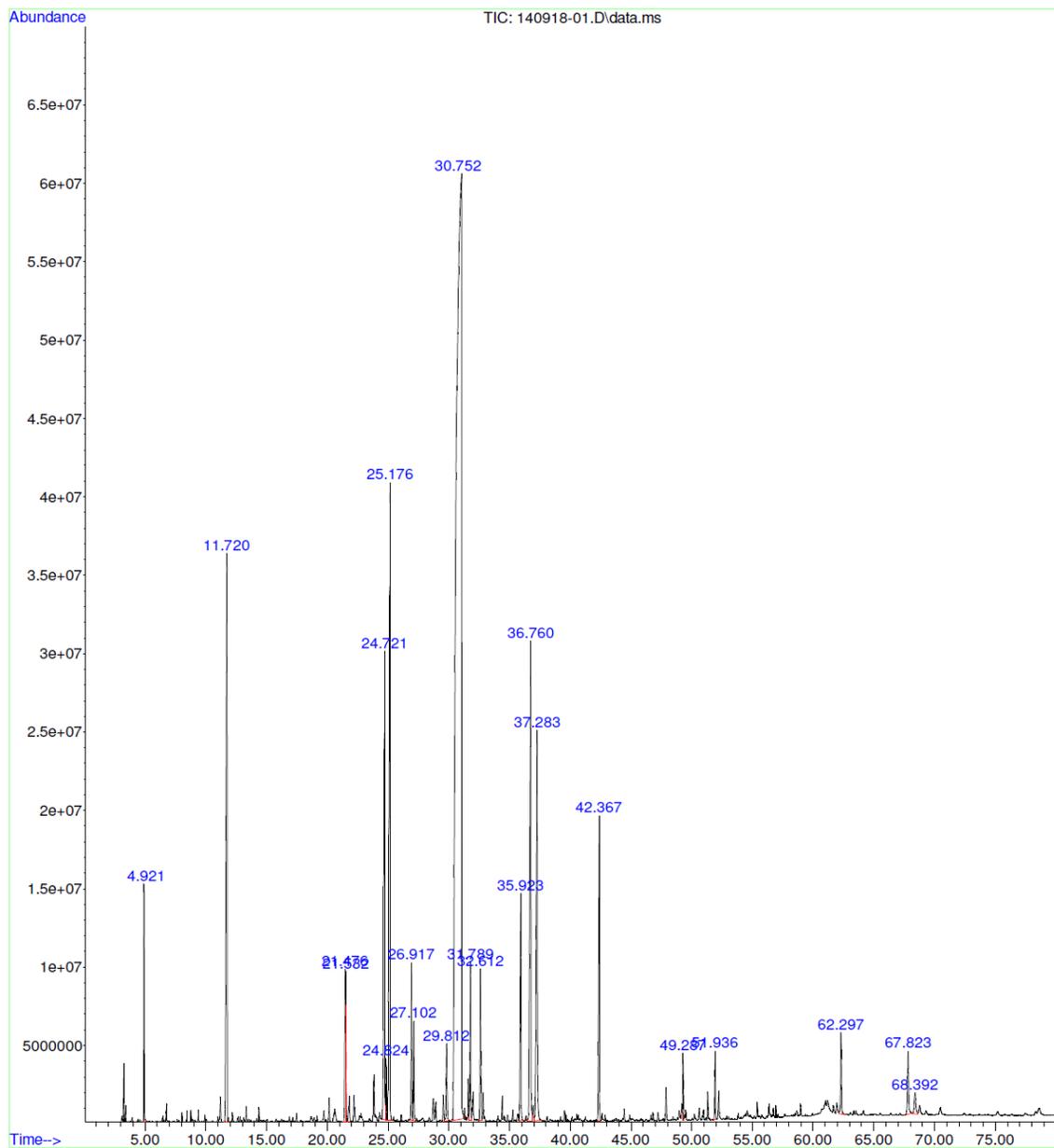
APÉNDICES

1. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de primera calidad



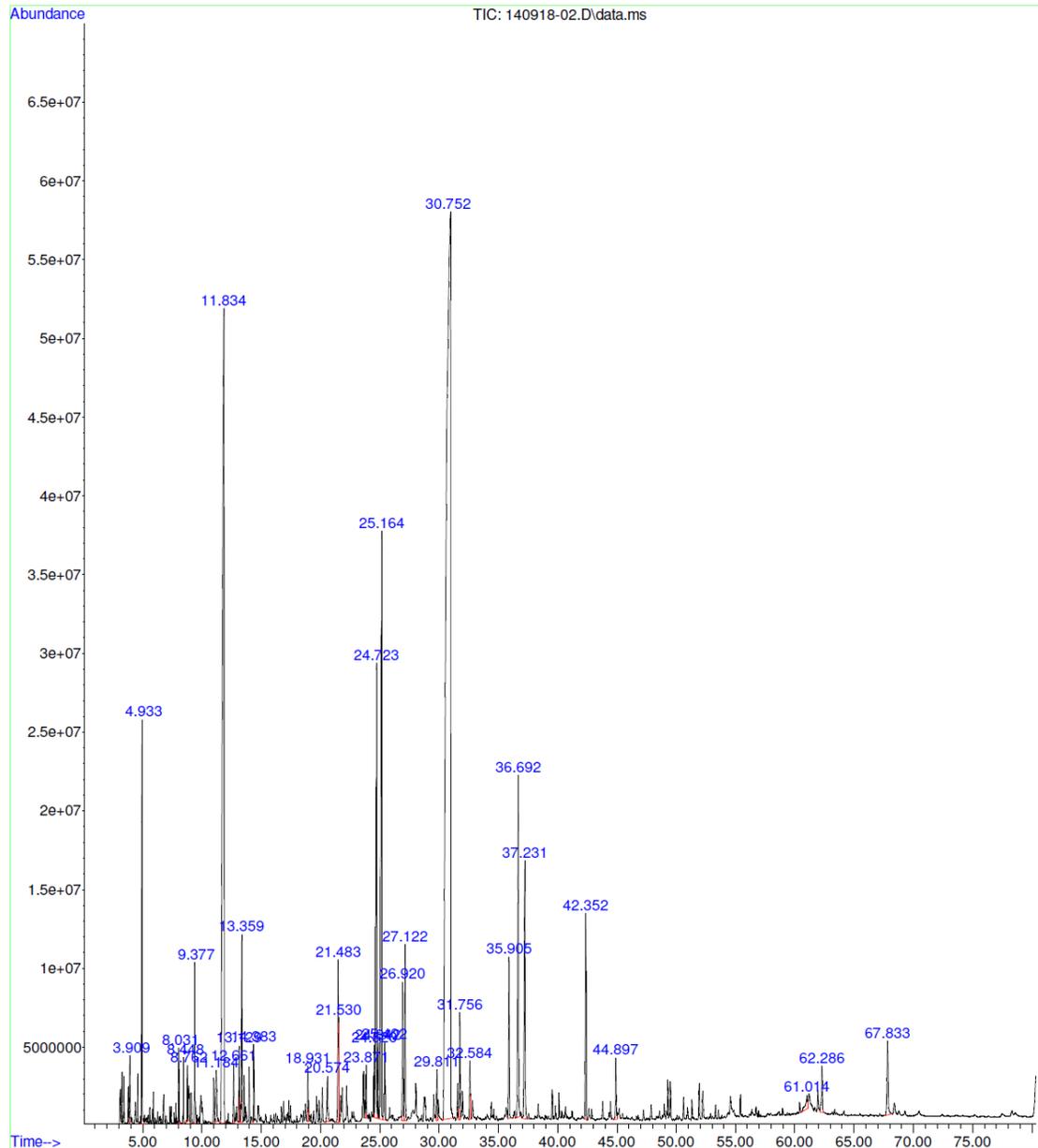
Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

2. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de segunda calidad



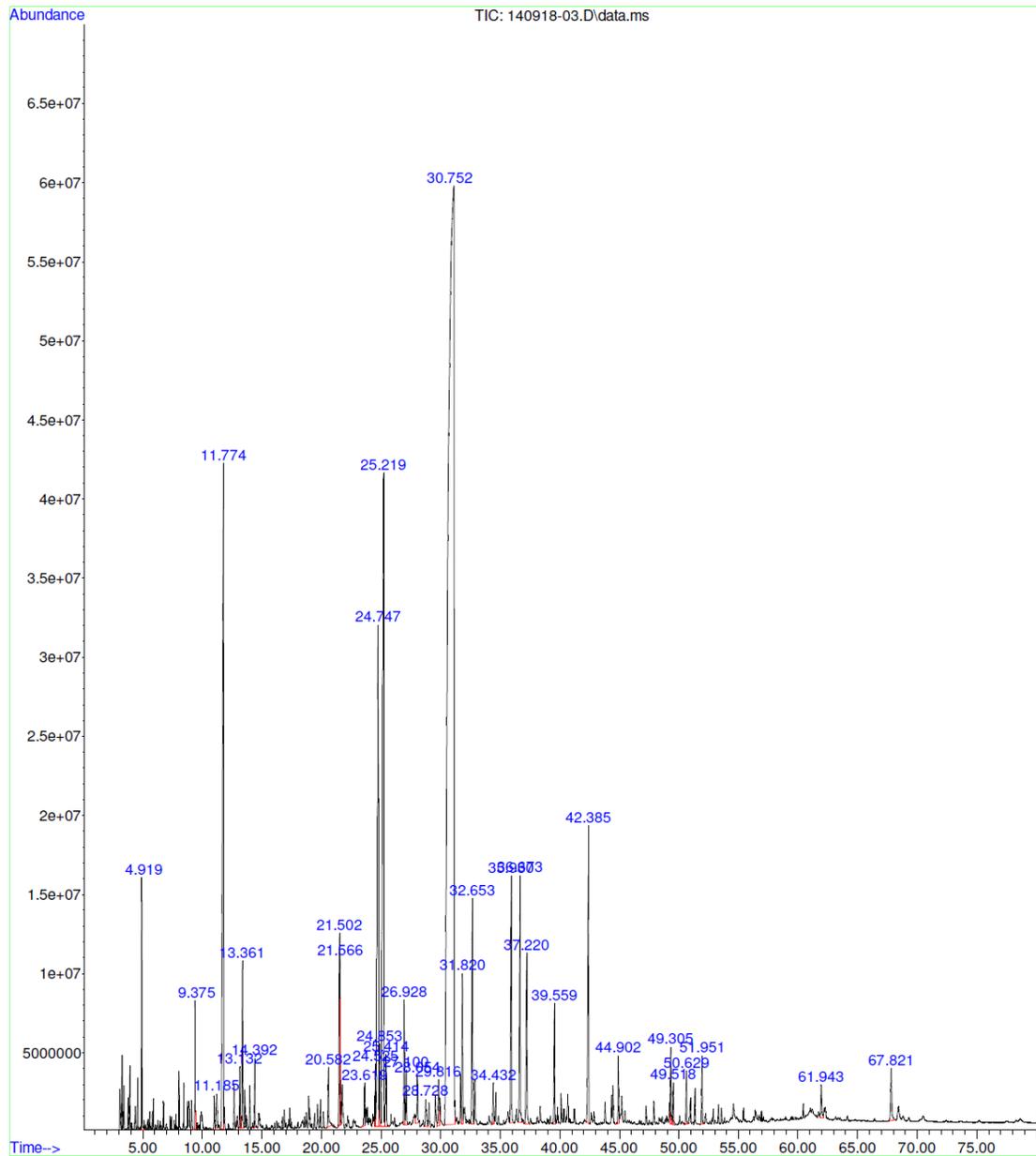
Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

3. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de tercera calidad



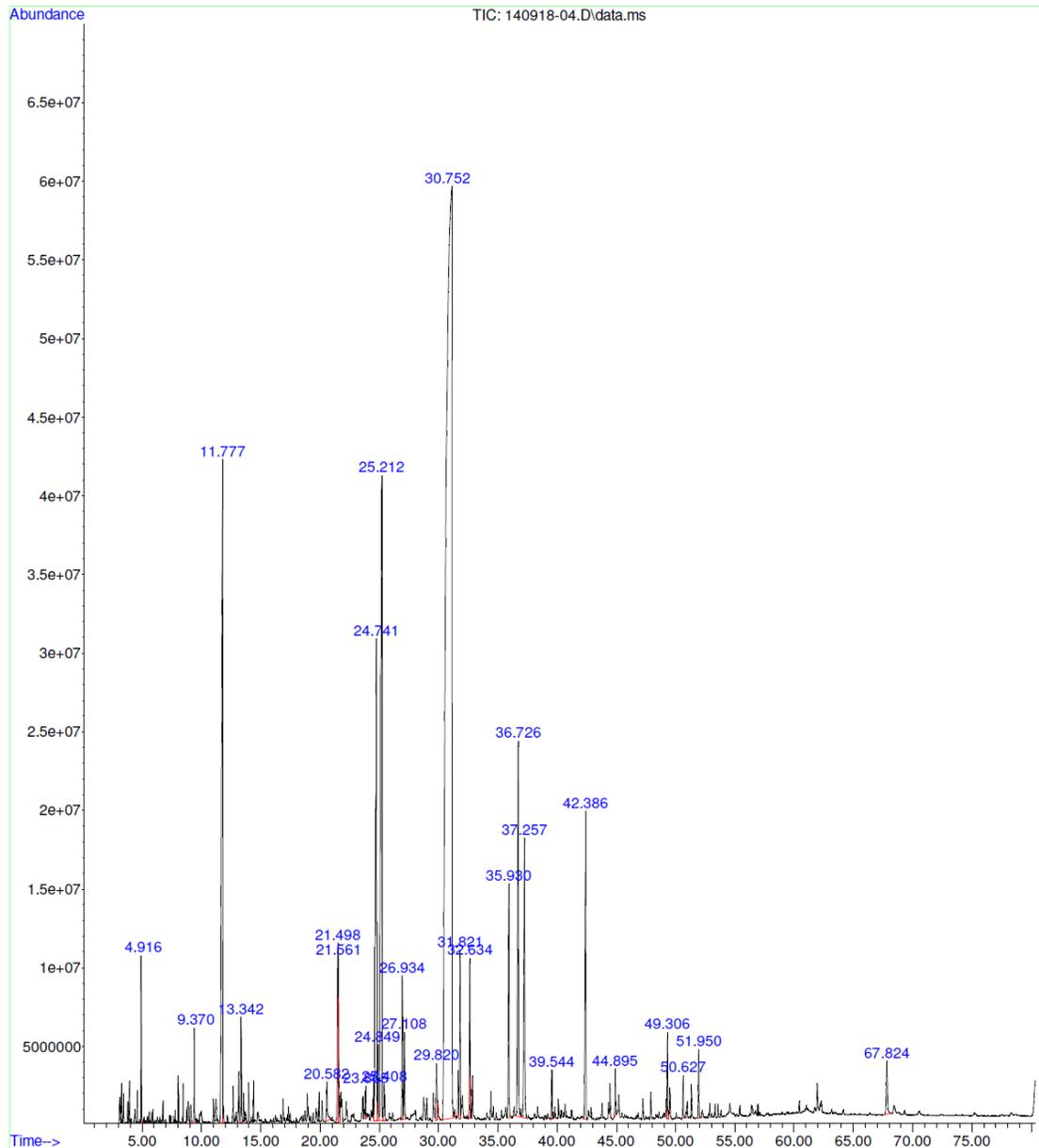
Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

4. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de primera calidad



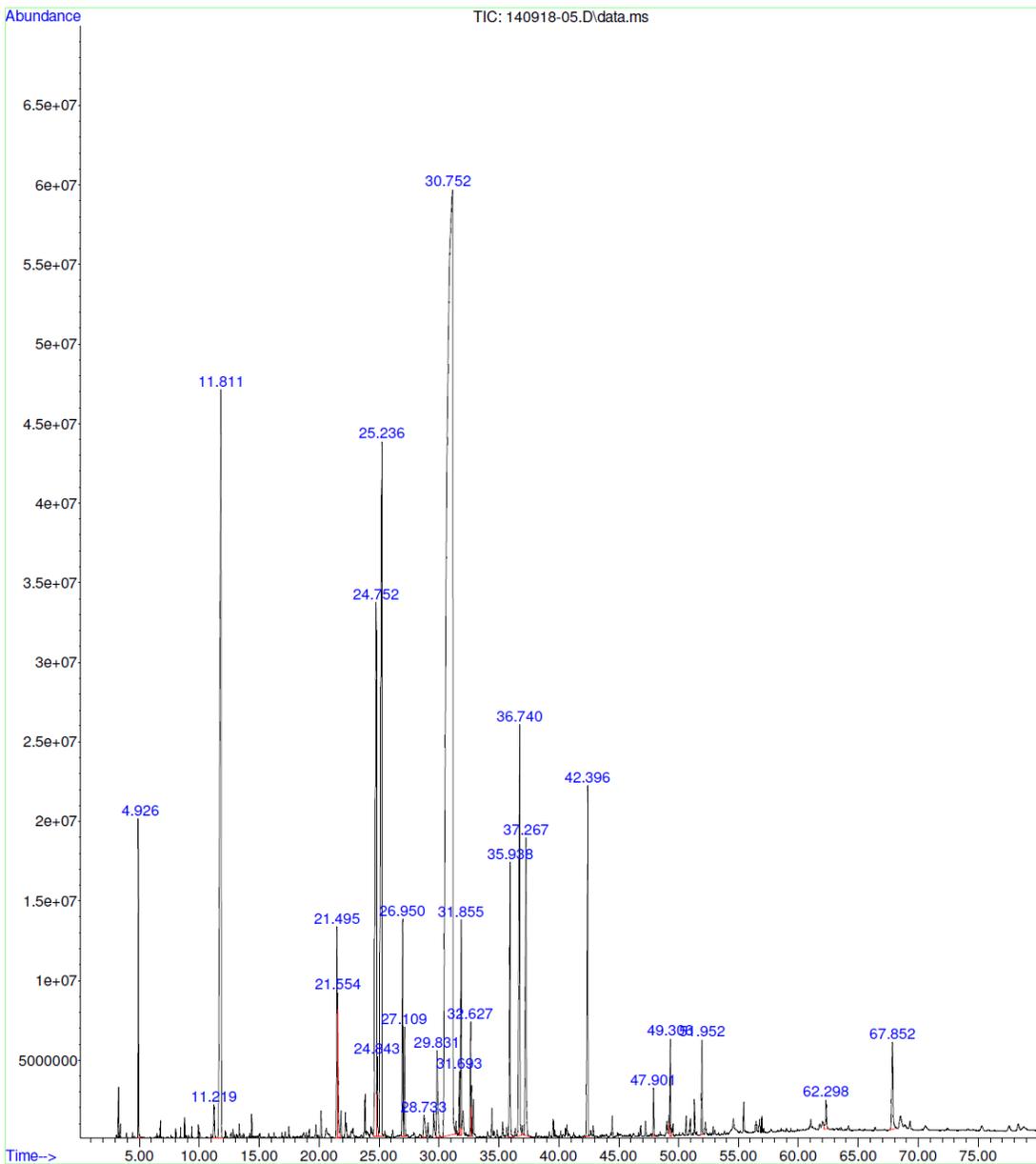
Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

5. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de segunda calidad



Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

6. Cromatograma de absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de tercera calidad



Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

7. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de primera calidad

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-00.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 14:00
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A1
 ALS Vial : 1 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	4.936	2.65	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
2	9.366	0.55	C:\Database\NIST05a.L			
			Tetrahydrofuran, 2,2-dimethyl-	3855	001003-17-4	47
			2(3H)-Furanone, 5-butyldihydro-	19029	000104-50-7	43
3	11.686	5.54	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	96
4	13.328	0.98	C:\Database\NIST05a.L			
			2H-Pyran, tetrahydro-2-[2-(methyle	44420	107616-98-8	53
			necyclopropyl)ethoxy]-	14599	018420-41-2	50
5	20.556	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd	36280	005989-33-3	86
			ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c	36061	1000121-97-4	86
6	21.466	1.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl	25874	015537-55-0	91
			-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.b	25549	007299-40-3	64
7	21.516	0.88	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Carene	15156	013466-78-9	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7	15352	000508-32-7	87
8	24.700	4.99	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	64
9	24.823	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	58
			cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	94
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	91
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m	25784	020126-76-5	50
			ethylethyl)-, (R)-			

Continuación del apéndice 7.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-00.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 14:00
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : Al
 ALS Vial : 1 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
10	25.123	8.19	C:\Database\NIST05a.L			
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	91
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	91
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	83
11	26.892	0.89	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25750	000562-74-3	93
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25745	000562-74-3	93
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25751	000562-74-3	91
12	27.088	0.51	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-	13863	000100-79-8	91
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-, (S)-	13870	022323-82-6	90
			(R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane-4-methanol	13869	014347-78-5	86
13	29.799	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	87
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	59
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24150	000106-26-3	47
14	30.640	57.32	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54339	000080-26-2	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54334	000080-26-2	91
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15357	000099-86-5	90
15	31.746	0.92	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24108	005392-40-5	94
16	32.601	1.65	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54284	000105-87-3	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54270	016409-44-2	90
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54280	000105-87-3	83
17	35.908	2.21	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	44350	000115-99-1	87
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethyl)-, (R)-	25771	000498-16-8	86
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	25634	000624-15-7	78

Continuación del apéndice 7.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-00.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 14:00
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A1
 ALS Vial : 1 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
18	36.663	3.25	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester	20117	000109-21-7	91
			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl	68384	074367-31-0	78
			-3-hydroxyhexyl ester			
			Propanoic acid, 2-methyl-, butyl e	20188	000097-87-0	72
			ster			
19	37.209	2.52	C:\Database\NIST05a.L 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol di	115950	006846-50-0	40
			isobutyrate			
			Butyric acid, 3-tridecyl ester	105636	1000280-56-8	35
			Butanoic acid, 1-methylethyl ester	13085	000638-11-9	32
20	42.344	2.18	C:\Database\NIST05a.L Nerolidol 2	72901	1000285-43-6	91
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr	72953	000142-50-7	91
			imethyl-, [S-(Z)]-			
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr	72942	040716-66-3	90
			imethyl-, (E)-			
21	44.891	0.45	C:\Database\NIST05a.L Oxirane, ethenyl-	526	000930-22-3	64
			Cyclohexene, 1-methoxy-	6329	000931-57-7	50
			Cyclopentanone, 2-ethyl-	6363	004971-18-0	47
22	49.285	0.44	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime	71404	000502-67-0	93
			thyl-, (E,E)-			
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime	71405	000502-67-0	86
			thyl-, (E,E)-			
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime	71392	019317-11-4	64
			thyl-			
23	51.933	0.49	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tr	72946	000106-28-5	91
			imethyl-, (E,E)-			
			Farnesol isomer a	72912	1000108-92-4	90
			Hexadeca-2,6,10,14-tetraen-1-ol, 3	118745	007614-21-3	83
			,7,11,16-tetramethyl-, (E,E,E)-			
24	62.276	0.47	C:\Database\NIST05a.L p-tert-Butylbenzyl bromide	75457	018880-00-7	35
			Indane, 2-methoxy-1-(2-methylallyl	58479	1000196-88-9	30
			Acetic acid 2-oxo-2,3-dihydro-1H-b	69499	016780-58-8	30
			enzo[e][1,4]diazepin-3-yl ester			
25	67.794	0.43	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	99
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	93

8. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de segunda calidad.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 15:27
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A2
 ALS Vial : 2 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	4.923	1.00	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	90
2	11.718	5.94	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
3	21.475	0.99	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)- cis-.beta.-Terpineol	25874	015537-55-0	87
			Terpineol, cis-.beta.-	25549	007299-40-3	64
				25561	007299-41-4	62
4	21.534	0.96	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-3-Carene	15352	000508-32-7	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-	15156	013466-78-9	87
				15351	000508-32-7	87
5	24.723	5.02	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	25636	000078-70-6	86
				25643	000078-70-6	64
				54271	000115-95-7	53
6	24.823	0.45	C:\Database\NIST05a.L cis-.beta.-Terpineol Terpineol, cis-.beta.- 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-, cis-	25549	007299-40-3	94
				25561	007299-41-4	93
				25783	029803-82-5	86
7	25.178	8.95	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	107591	007149-26-0	91
				74331	000078-36-4	87
				15283	003338-55-4	83
8	26.915	1.09	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-	25781	020126-76-5	95
				25752	000562-74-3	94
				25750	000562-74-3	93
9	27.102	0.70	C:\Database\NIST05a.L (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane-4-methanol 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-	13869	014347-78-5	86
				13863	000100-79-8	80

Continuación del apéndice 8.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 15:27
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A2
 ALS Vial : 2 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
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-, (S)-	13872	022323-82-6	72
10	29.813	0.74	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	87
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	72
			2-Octene, 2-methyl-6-methylene-	16350	010054-09-8	43
11	30.754	53.40	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54334	000080-26-2	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54339	000080-26-2	91
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	15357	000099-86-5	90
12	31.787	1.18	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24108	005392-40-5	94
13	32.610	1.26	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54284	000105-87-3	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54270	016409-44-2	90
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, acetate	54303	025905-14-0	86
14	35.922	2.04	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25693	000106-24-1	90
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (R)-	25771	000498-16-8	86
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	25634	000624-15-7	78
15	36.758	6.00	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester	20117	000109-21-7	87
			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester	68384	074367-31-0	78
			Propanoic acid, 2-methyl-, butyl ester	20188	000097-87-0	64
16	37.282	4.79	C:\Database\NIST05a.L Propanoic acid, 2-methyl-, 2-methylpropyl ester	20230	000097-85-8	47
			Butanoic acid, butyl ester	20112	000109-21-7	47
			Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	68388	074367-33-2	45
17	42.367	2.56	C:\Database\NIST05a.L 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, [S-(Z)]-	72953	000142-50-7	91
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-	72942	040716-66-3	90
			Nerolidol 2	72901	1000285-43-6	90

Continuación del apéndice 8.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-01.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 15:27
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A2
 ALS Vial : 2 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
18	49.285	0.47	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-, (E,E)-	71405	000502-67-0	89
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-, (E,E)-	71403	000502-67-0	72
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-	71392	019317-11-4	70
19	51.937	0.50	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tr imethyl-, (E,E)-	72946	000106-28-5	91
			Squalene	173554	007683-64-9	72
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-	71392	019317-11-4	72
20	62.299	0.80	C:\Database\NIST05a.L (3-Methoxyphenyl)acetonitrile	21675	019924-43-7	27
			Benzene, 3-[3-iodo-2-(iodomethyl)- 2-methylpropyl]-1,2,4,5-tetramethy l-	180576	055712-70-4	27
			Benzene, 1,1'-bis(1-hexene-3-one-4 -methyl-1,6-diyl)	101515	1000197-94-8	27
21	67.821	0.79	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	99
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	97
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	95
22	68.394	0.37	C:\Database\NIST05a.L 1-Octadecene	93544	000112-88-9	83
			Trifluoroacetic acid, n-octadecyl ester	159632	079392-43-1	81
			17-Pentatriacontene	183898	006971-40-0	76

9. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación pergamino de tercera calidad.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 16:55
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A3
 ALS Vial : 3 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	3.908	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			Acetone	210	000067-64-1	86
			Acetone	211	000067-64-1	86
			Acetone	208	000067-64-1	86
2	4.932	1.86	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	78
3	8.029	0.40	C:\Database\NIST05a.L			
			Propane, 2-ethoxy-2-methyl-	4386	000637-92-3	59
			3-Hexanol, 4-methyl-	8128	000615-29-2	50
			2-Pentanol, 2-methyl-	4345	000590-36-3	50
4	8.448	0.34	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Pentanol, 3-methyl-	4346	000077-74-7	72
			3-Pentanol, 3-methyl-	4359	000077-74-7	50
			3-Hexanol, 3-methyl-	8131	000597-96-6	39
5	8.762	0.32	C:\Database\NIST05a.L			
			.beta.-Phellandrene	15200	000555-10-2	91
			Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene, 4-methyl-	15374	028634-89-1	91
			1-(1-methylethyl)-			
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-	15379	003387-41-5	91
			1-(1-methylethyl)-			
6	9.376	0.96	C:\Database\NIST05a.L			
			2(3H)-Furanone, 5-butylidihydro-	19029	000104-50-7	43
			Ethyl 2,4-dioxovalerate	28607	000615-79-2	38
			(S)-(-)-1-Amino-2-(methoxymethyl)-	12937	059983-39-0	32
			pyrrolidine			
7	11.186	0.68	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle	15365	005989-54-8	97
			thienyl)-, (S)-			
			D-Limonene	15164	005989-27-5	95
			D-Limonene	15162	005989-27-5	93
8	11.836	15.42	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
9	12.660	0.37	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3817	002088-07-5	91
			1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3815	002088-07-5	90
			Cyclopentanol, 1-methyl-	3818	001462-03-9	80
10	13.128	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Penten-3-ol, 2-methyl-	3807	002088-07-5	64
			Valeric acid, 2-tetrahydrofurylmet	47049	005451-86-5	53
			hyl ester			
			Butanoic acid, (tetrahydro-2-furan	38339	002217-33-6	53
			yl)methyl ester			
11	13.360	1.48	C:\Database\NIST05a.L			

Continuación del apéndice 9.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 16:55
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A3
 ALS Vial : 3 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
			2H-Pyran, 2-[(5-cyclopropylidenepe ntyl)oxy]tetrahydro-	64257	123416-83-1	53
			Thiazole	1506	000288-47-1	50
			2H-Pyran, 2-(bromomethyl)tetrahydr o-	41862	034723-82-5	50
12	14.384	0.42	C:\Database\NIST05a.L 2-Pyrrolidinone	1515	000616-45-5	43
			1-Phospha-1-butyne, 3,3-dimethyl- cis-1-Methoxy-3-methyl-1-butene	3680	078129-68-7	43
				3861	1000139-44-1	43
13	18.932	0.35	C:\Database\NIST05a.L Ethanol, 2-butoxy-	8551	000111-76-2	94
			Ethanol, 2-butoxy-	8550	000111-76-2	90
			Ethanol, 2-butoxy-	8549	000111-76-2	64
14	20.574	0.48	C:\Database\NIST05a.L cis-Linaloloxide	36061	1000121-97-4	43
			Acetic acid	258	000064-19-7	42
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, t rans-	36286	034995-77-2	38
15	21.484	1.19	C:\Database\NIST05a.L cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	81
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	76
			Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl -5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.b eta.,5.alpha.)-	25874	015537-55-0	53
16	21.530	0.57	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7 ,7-trimethyl-	15352	000508-32-7	90
			Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 2,7,7-tr imethyl-	15315	000514-14-7	87
			1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1- methylethyl)-	15353	000099-85-4	83
17	23.872	0.54	C:\Database\NIST05a.L 2-Propanol, 1-(2-methoxypropoxy)- 2,5,8,11,14-Pentaoxapentadecane	22172	013429-07-7	90
			Pentane, 2-methoxy-	72269	000143-24-8	72
				4335	006795-88-6	64
18	24.518	0.43	C:\Database\NIST05a.L Pentanal, 2,2-dimethyl-	7328	014250-88-5	53
			Heptane, 2,4-dimethyl-	12302	002213-23-2	43
			Heptane, 2,4-dimethyl-	12289	002213-23-2	43
19	24.723	4.59	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	64
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	53
20	24.841	0.52	C:\Database\NIST05a.L Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	94
			cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	94

Continuación del apéndice 9.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 16:55
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A3
 ALS Vial : 3 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
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	50
21	25.164	7.52	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	91
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	74331	000078-36-4	87
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	72
22	25.401	0.64	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclohexyl isohexyl ester	95933	1000309-30-7	72
			Oxalic acid, cyclohexyl decyl ester	132106	1000309-31-2	72
			2-Heptene, 5-ethyl-2,4-dimethyl-	25970	074421-06-0	72
23	26.920	1.01	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25752	000562-74-3	94
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	93
24	27.120	1.34	C:\Database\NIST05a.L (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane -4-methanol	13869	014347-78-5	86
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-	13863	000100-79-8	80
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-, (S)-	13872	022323-82-6	72
25	29.813	0.42	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	76
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	53
			N-Cyano-3-methylbut-2-enamine	5586	146072-39-1	38
26	30.754	44.76	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54339	000080-26-2	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54334	000080-26-2	91
			Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-trimethyl-	15317	000554-61-0	87
27	31.755	0.76	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24102	005392-40-5	94
28	32.583	0.41	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54284	000105-87-3	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54283	000141-12-8	90
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl	54303	025905-14-0	86

Continuación del apéndice 9.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-02.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 16:55
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : A3
 ALS Vial : 3 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
			ethenyl)-, acetate			
29	35.903	1.36	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	25693 44350 44381	000106-24-1 000115-99-1 000105-86-2	87 74 72
30	36.690	3.36	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl -3-hydroxyhexyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, butyl e ster	20117 68384 20188	000109-21-7 074367-31-0 000097-87-0	87 78 64
31	37.231	2.64	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol di isobutyrate 2,5-Dimethyl-1,5-hexadien-3-ol	20112 115950 11078	000109-21-7 006846-50-0 017123-63-6	47 40 38
32	42.353	1.60	C:\Database\NIST05a.L Nerolidol 2 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr imethyl-, [S-(Z)]- 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr imethyl-, (E)-	72901 72953 72942	1000285-43-6 000142-50-7 040716-66-3	91 91 90
33	44.896	0.49	C:\Database\NIST05a.L Oxirane, ethenyl- Cyclohexene, 1-methoxy- Furan, 2,3-dihydro-4-methyl-	526 6329 1419	000930-22-3 000931-57-7 034314-83-5	64 50 47
34	61.016	0.33	C:\Database\NIST05a.L Thieno[3,4-d]-1,3-dithiol-2-thione Naphthalene, 1,1'-(1,2-ethanediyl) bis[decahydro- 4H-Pyran-4-one, 2,6-dimethyl-	50097 126260 10117	080229-39-6 054934-69-9 001004-36-0	38 25 20
35	62.285	0.54	C:\Database\NIST05a.L 2-Acetoxy-4-phenylhex-2-en-5-one exo-Norbornanol, pentamethyldisily l ether Benzoic acid, 2,4-dichloro-, (benz imidazol-2-yl)methyl ester	79847 86366 136619	183483-46-7 1000245-88-7 312604-65-2	38 35 27
36	67.835	1.01	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid	96235 96234 96233	000057-10-3 000057-10-3 000057-10-3	98 98 95

10. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de primera calidad.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-03.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 18:22
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B1
 ALS Vial : 4 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	4.918	0.89	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
2	9.376	0.57	C:\Database\NIST05a.L 2(3H)-Furanone, 5-butyldihydro-	19029	000104-50-7	43
			Ethyl 2,4-dioxovalerate	28607	000615-79-2	38
			4-Methyl-1,6-heptadien-4-ol	11051	025201-40-5	37
3	11.186	0.39	C:\Database\NIST05a.L D-Limonene	15162	005989-27-5	95
			D-Limonene	15164	005989-27-5	95
			D-Limonene	15165	005989-27-5	93
4	11.773	7.79	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	98
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
5	13.133	0.34	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, (tetrahydro-2-furan yl)methyl ester	38339	002217-33-6	53
			Valeric acid, 2-tetrahydrofurylmet hyl ester	47049	005451-86-5	53
			Butanoic acid, anhydride	28726	000106-31-0	53
6	13.360	1.12	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentoxo-tetrahydropyran	37524	032767-70-7	59
			2H-Pyran, 2-[(5-cyclopropylidenepe ntyl)oxy]tetrahydro-	64257	123416-83-1	59
			5-Methyltetrahydrofuran-2-methanol , cis & trans	7993	006126-49-4	53
7	14.393	0.32	C:\Database\NIST05a.L 2-Furanmethanol, tetrahydro-5-meth yl-, trans-	7992	054774-28-6	50
			Butane, 1-cyclopropylidene-5-(tetr ahydro-2H-pyran-2-yloxy)-	54326	1000156-24-7	43
			1,3-Butadiene, 1-(methylthio)-	3676	010574-97-7	38
8	20.584	0.46	C:\Database\NIST05a.L cis-Linaloloxide	36061	1000121-97-4	58
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36280	005989-33-3	52
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahyd ro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, c is-	36281	005989-33-3	47
9	21.502	1.14	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl -5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.b eta.,5.alpha.)-	25874	015537-55-0	93
			cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	81
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	62

Continuación del apéndice 10.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-03.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 18:22
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B1
 ALS Vial : 4 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
10	21.566	1.01	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7, 7-trimethyl-	15352	000508-32-7	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7, 7-trimethyl- 3-Carene	15351	000508-32-7	87
				15156	013466-78-9	87
11	23.618	0.39	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, 2-ethyl-2-methyl- Ethanone, 1-(3-ethyloxiranyl)- Hexane, 3-bromo-	13073 7053 32353	019889-37-3 017257-81-7 003377-87-5	43 43 35
12	24.523	0.35	C:\Database\NIST05a.L Hexane, 2,3,5-trimethyl- Pentane, 3-ethyl-3-methyl- Hexane, 2-bromo-	12313 7470 32357	001069-53-0 001067-08-9 003377-86-4	46 43 43
13	24.746	4.94	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	25636 25643 44354	000078-70-6 000078-70-6 000115-99-1	86 64 52
14	24.855	0.56	C:\Database\NIST05a.L Terpineol, cis-.beta.- cis-.beta.-Terpineol 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-, cis-	25561 25549 25783	007299-41-4 007299-40-3 029803-82-5	94 91 86
15	25.219	9.19	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	107591 74331 15283	007149-26-0 000078-36-4 003338-55-4	91 87 83
16	25.414	0.52	C:\Database\NIST05a.L Oxalic acid, cyclohexyl decyl este Ethanone, 1-(1-methylcyclopentyl)- Cyclohexane, bromo-	132106 11113 31030	1000309-31-2 013388-93-7 000108-85-0	72 64 59
17	26.929	0.77	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781 25750 25784	020126-76-5 000562-74-3 020126-76-5	95 93 93
18	27.102	0.37	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl- 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-, (S)- (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane -4-methanol	13863 13870 13869	000100-79-8 022323-82-6 014347-78-5	91 90 86

Continuación del apéndice 10.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-03.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 18:22
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B1
 ALS Vial : 4 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
19	28.053	0.38	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentene, 2,4-dimethyl- 3-Hexen-2-one 2-Pentene, 3,4-dimethyl-, (E)-	3301 3102 3329	000625-65-0 000763-93-9 004914-92-5	81 68 64
20	28.730	0.30	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-meth ylethenyl)- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-meth ylethenyl)-	15332 54339 15337	000499-97-8 000080-26-2 000499-97-8	64 64 62
21	29.817	0.38	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl- 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24148 24106 24107	000106-26-3 005392-40-5 005392-40-5	83 50 43
22	30.754	53.46	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	15169 54339 54334	029050-33-7 000080-26-2 000080-26-2	93 91 91
23	31.819	0.99	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E) 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24151 24141 24102	000141-27-5 000141-27-5 005392-40-5	96 95 94
24	32.651	1.75	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate 4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl ethenyl)-, acetate	54284 54270 54303	000105-87-3 016409-44-2 025905-14-0	91 91 86
25	34.430	0.29	C:\Database\NIST05a.L Oxirane, decyl- 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1,5-di methyl- 2,15-Hexadecanedione	45990 11129 94743	002855-19-8 162239-52-3 018650-13-0	35 35 27
26	35.931	1.98	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate 4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl ethenyl)-, (R)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-	44350 25771 25634	000115-99-1 000498-16-8 000624-15-7	83 78 78
27	36.672	1.91	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl -3-hydroxyhexyl ester Butanoic acid, hexyl ester	20117 68384 37535	000109-21-7 074367-31-0 002639-63-6	91 78 74

Continuación del apéndice 10.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-03.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 18:22
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B1
 ALS Vial : 4 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
28	37.218	1.41	C:\Database\NIST05a.L Propanoic acid, 2-methyl-, 2,2-dimethyl-1-(2-hydroxy-1-methylethyl)propyl ester	68388	074367-33-2	40
			Butanoic acid, 1-methylpropyl ester	20165	000819-97-6	38
			Butanoic acid, 1-methylethyl ester	13085	000638-11-9	38
29	39.561	0.77	C:\Database\NIST05a.L Epoxy-.alpha.-terpenyl acetate	65593	1000293-00-8	53
			5-t-Butyl-hexa-3,5-dien-2-one	24101	1000192-56-4	32
			2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, trans-	24324	007212-40-0	25
30	42.385	2.28	C:\Database\NIST05a.L 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, [S-(Z)]-	72953	000142-50-7	91
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-	72942	040716-66-3	90
			Nerolidol 2	72901	1000285-43-6	90
31	44.901	0.47	C:\Database\NIST05a.L ICN 3847	139255	040925-28-8	38
			2-Furanone, 2,5-dihydro-3,5-dimethyl	6235	1000196-88-1	38
			Cyclohexanone, 3-methyl-	6358	000591-24-2	38
32	49.304	0.50	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	71404	000502-67-0	87
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	71405	000502-67-0	70
			Cyclohexane, 2-ethenyl-1,1-dimethyl-3-methylene-	23013	095452-08-7	49
33	49.518	0.29	C:\Database\NIST05a.L Sorbic Acid	6179	000110-44-1	53
			Cyclopentane, 2-propenyl-	5804	003524-75-2	47
			3-Nitropyrrole	6048	005930-94-9	46
34	50.627	0.34	C:\Database\NIST05a.L 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-, cis-	24319	001197-06-4	72
			Ethanone, 1-(1,4-dimethyl-3-cyclohexen-1-yl)-	24221	043219-68-7	68
			Hydroxy-.alpha.-terpenyl acetate	65595	1000293-00-9	49
35	51.951	0.47	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72946	000106-28-5	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	44379	000105-86-2	64
			Squalene	173554	007683-64-9	64
36	61.944	0.30	C:\Database\NIST05a.L 2-Oxabicyclo[2.2.2]octan-6-ol, 1,3,3-trimethyl-, acetate	65616	057709-95-2	37

Continuación del apéndice 10.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
Data File : 140918-03.D
Title :
Acq On : 18 Sep 2014 18:22
Operator : AdeM
Sample : Cardamomo
Misc : B1
ALS Vial : 4 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
			9-Methyl-Z-10-tetradecen-1-ol acetate	104145	1000130-99-4	27
			2-Heptanone, 5-methyl-	12136	018217-12-4	14
37	67.821	0.60	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	99
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	94

Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, UVG.

11. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de segunda calidad.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-04.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 19:49
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B2
 ALS Vial : 5 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	4.918	0.61	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
2	9.371	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			2(3H)-Furanone, 5-butylidihydro-	19029	000104-50-7	43
			Ethyl 2,4-dioxovalerate	28607	000615-79-2	38
			(S)-(-)-1-Amino-2-(methoxymethyl)-pyrrolidine	12937	059983-39-0	32
3	11.777	8.40	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	97
4	13.342	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			2,2'-Bi-2H-pyran, octahydro-	36098	016282-29-4	47
			2-Methoxy-2-methylbut-3-ene	3842	040426-44-6	46
			Thiazole	1505	000288-47-1	43
5	20.584	0.38	C:\Database\NIST05a.L			
			cis-Linaloloxide	36061	1000121-97-4	58
			2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-.alpha.,.alpha.,5-trimethyl-, cis-	36280	005989-33-3	52
			.alpha.-Methyl-.alpha.-[4-methyl-3-pentenyl]oxiranemethanol	36265	1000132-13-0	47
6	21.498	1.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)-	25874	015537-55-0	90
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	76
			cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	64
7	21.562	1.08	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Carene	15156	013466-78-9	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-	15352	000508-32-7	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7,7-trimethyl-	15351	000508-32-7	87
8	23.863	0.31	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propanol, 1-(2-methoxypropoxy)-	22172	013429-07-7	83
			Propane, 1,2-dimethoxy-	4657	007778-85-0	72
			2-Butanol, 2,3-dimethyl-	4374	000594-60-5	64
9	24.741	5.01	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	64
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54271	000115-95-7	53
10	24.850	0.55	C:\Database\NIST05a.L			
			cis-.beta.-Terpineol	25549	007299-40-3	94
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	87

Continuación del apéndice 11.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-04.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 19:49
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B2
 ALS Vial : 5 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
			2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-, cis-	25783	029803-82-5	46
11	25.214	9.19	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	91
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	74331	000078-36-4	87
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	83
12	25.410	0.30	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentene, 2,3-dimethyl-	3282	010574-37-5	64
			2-Pentene, 4,4-dimethyl-, (E)-	3333	000690-08-4	59
			Cyclohexanecarbonyl chloride	21096	002719-27-9	59
13	26.933	0.92	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25781	020126-76-5	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	93
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25784	020126-76-5	93
14	27.106	0.59	C:\Database\NIST05a.L (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane -4-methanol	13869	014347-78-5	86
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-	13859	000100-79-8	86
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-	13863	000100-79-8	80
15	29.822	0.54	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	87
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	53
			2-Octene, 2-methyl-6-methylene-	16350	010054-09-8	43
16	30.754	54.05	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54334	000080-26-2	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54339	000080-26-2	91
			1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-	15357	000099-86-5	90
17	31.823	1.19	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	95
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
18	32.633	1.10	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54284	000105-87-3	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)-	54283	000141-12-8	90
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54270	016409-44-2	90

Continuación del apéndice 11.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-04.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 19:49
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B2
 ALS Vial : 5 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
19	35.931	1.93	C:\Database\NIST05a.L 4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl ethenyl)-, (R)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)- 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, formate, (E)-	25771 44379 44381	000498-16-8 000105-86-2 000105-86-2	78 72 72
20	36.727	3.71	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl -3-hydroxyhexyl ester Propanoic acid, 2-methyl-, butyl e ster	20117 68384 20188	000109-21-7 074367-31-0 000097-87-0	87 78 64
21	37.259	2.75	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentanediol di isobutyrate 2,5-Dimethyl-1,5-hexadien-3-ol	20112 115950 11078	000109-21-7 006846-50-0 017123-63-6	47 40 38
22	39.542	0.32	C:\Database\NIST05a.L 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth yl-4-(1-methylethenyl)- Epoxy-.alpha.-terpenyl acetate 7-Oxabicyclo[4.1.0]heptane, 1-meth yl-4-(1-methylethenyl)-	24329 65593 24330	001195-92-2 1000293-00-8 001195-92-2	49 37 35
23	42.385	2.43	C:\Database\NIST05a.L 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr imethyl-, [S-(Z)]- Nerolidol 2 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-tr imethyl-, (E)-	72953 72901 72942	000142-50-7 1000285-43-6 040716-66-3	91 91 90
24	44.896	0.30	C:\Database\NIST05a.L Acetaldehyde, methyl(2-propenyl)hy drazone Pentane, 3-methylene- 1-Nonen-3-one, 2-methyl-	6143 1469 25577	066075-10-3 000760-21-4 051756-19-5	53 38 38
25	49.308	0.58	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-, (E,E)- Cyclohexane, 2-ethenyl-1,1-dimethy l-3-methylene- 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime thyl-, (E,E)-	71405 23013 71404	000502-67-0 095452-08-7 000502-67-0	55 49 46
26	50.627	0.29	C:\Database\NIST05a.L Hydroxy-.alpha.-terpenyl acetate Ethanone, 1-(1,4-dimethyl-3-cycloh exen-1-yl)- 2-Cyclohexen-1-ol, 2-methyl-5-(1-m ethylethenyl)-, cis-	65595 24221 24319	1000293-00-9 043219-68-7 001197-06-4	83 62 53

Continuación del apéndice 11.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
Data File : 140918-04.D
Title :
Acq On : 18 Sep 2014 19:49
Operator : AdeM
Sample : Cardamomo
Misc : B2
ALS Vial : 5 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
27	51.951	0.48	C:\Database\NIST05a.L			
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-tr	72946	000106-28-5	91
			imethyl-, (E,E)-			
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trime	71392	019317-11-4	78
			thyl-			
			Squalene	173554	007683-64-9	64
28	67.826	0.64	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	95

Fuente: elaboración propia. Cromatógrafo de gases, Laboratorio de Instrumentación de
Química Avanzada, UVG.

12. Búsqueda del componente más probable en cada pico del cromatograma del absoluto de cardamomo obtenido de la presentación oro de tercera calidad.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-05.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 21:16
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B3
 ALS Vial : 6 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	4.927	1.07	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
2	11.218	0.30	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thenyl)-, (S)-	15365	005989-54-8	96
			D-Limonene	15164	005989-27-5	95
			D-Limonene	15165	005989-27-5	93
3	11.809	9.90	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
			Eucalyptol	25508	000470-82-6	97
4	21.493	1.17	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol, 2-methyl -5-(1-methylethyl)-, (1.alpha.,2.b eta.,5.alpha.)- cis-.beta.-Terpineol	25874	015537-55-0	90
			Terpineol, cis-.beta.-	25549	007299-40-3	81
			Terpineol, cis-.beta.-	25561	007299-41-4	76
5	21.552	0.98	C:\Database\NIST05a.L Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7 ,7-trimethyl- 3-Carene	15352	000508-32-7	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7 ,7-trimethyl-	15156	013466-78-9	87
			Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,7 ,7-trimethyl-	15351	000508-32-7	87
6	24.755	5.28	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	64
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	58
7	24.841	0.54	C:\Database\NIST05a.L Terpineol, cis-.beta.- cis-.beta.-Terpineol 2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-, cis-	25561	007299-41-4	93
			Terpineol, cis-.beta.-	25549	007299-40-3	91
			2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-m ethylethyl)-, cis-	25783	029803-82-5	86
8	25.237	9.48	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate 1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	107591	007149-26-0	91
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	74331	000078-36-4	87
			1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (Z)-	15283	003338-55-4	83
9	26.952	1.34	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)- 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25781	020126-76-5	95
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-, (R)-	25752	000562-74-3	94
			3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-m ethylethyl)-	25750	000562-74-3	93

Continuación del apéndice 12.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-05.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 21:16
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B3
 ALS Vial : 6 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
10	27.111	0.61	C:\Database\NIST05a.L (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane -4-methanol	13869	014347-78-5	86
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-, (S)-	13872	022323-82-6	83
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-	13863	000100-79-8	80
11	28.735	0.31	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexane, 1-methylene-4-(1-meth ylethenyl)-	15332	000499-97-8	64
			.beta.-Phellandrene	15201	000555-10-2	59
			Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene- 1-(1-methylethyl)-	15379	003387-41-5	53
12	29.831	0.91	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (Z)	24148	000106-26-3	81
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24106	005392-40-5	72
			2-Octene, 2-methyl-6-methylene-	16350	010054-09-8	43
13	30.754	52.08	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54339	000080-26-2	91
			3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate	54334	000080-26-2	91
			Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thylidene)-	15340	000586-62-9	87
14	31.691	0.29	C:\Database\NIST05a.L Eudesma-4(14),11-diene	59851	1000152-04-3	99
			Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct ahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylet henyl)-, [2R-(2.alpha.,4a.alpha.,8 a.beta.)]-	60054	000473-13-2	99
			.beta.-Humulene	59811	000116-04-1	92
15	31.855	1.44	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24151	000141-27-5	96
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-	24109	005392-40-5	94
			2,6-Octadienal, 3,7-dimethyl-, (E)	24141	000141-27-5	94
16	32.628	0.63	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (E)-	54284	000105-87-3	91
			2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate	54270	016409-44-2	90
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl ethenyl)-, acetate	54303	025905-14-0	86
17	35.940	2.07	C:\Database\NIST05a.L 2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, (E)-	25693	000106-24-1	87
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	44350	000115-99-1	87
			4-Hexen-1-ol, 5-methyl-2-(1-methyl ethenyl)-, (R)-	25771	000498-16-8	78

Continuación del apéndice 12.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cardamomo\
 Data File : 140918-05.D
 Title :
 Acq On : 18 Sep 2014 21:16
 Operator : AdeM
 Sample : Cardamomo
 Misc : B3
 ALS Vial : 6 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
18	36.740	3.66	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, butyl ester	20117	000109-21-7	87
			Propanoic acid, 2-methyl-, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester	68384	074367-31-0	78
			Propanoic acid, 2-methyl-, butyl ester	20188	000097-87-0	64
19	37.268	2.65	C:\Database\NIST05a.L Butanoic acid, 1-methylpropyl ester	20165	000819-97-6	38
			2,5-Dimethyl-1,5-hexadien-3-ol	11078	017123-63-6	38
			Butanoic acid, butyl ester	20112	000109-21-7	38
20	42.394	2.66	C:\Database\NIST05a.L 1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, [S-(Z)]-Nerolidol 2	72953	000142-50-7	91
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-	72942	040716-66-3	90
21	47.903	0.29	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-	72931	004602-84-0	72
			2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-	72935	004602-84-0	58
			Geranyl vinyl ether	43052	1000132-11-4	50
22	49.304	0.57	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	71404	000502-67-0	93
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	71405	000502-67-0	89
			2,6,10-Dodecatrienal, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	71403	000502-67-0	72
23	51.951	0.57	C:\Database\NIST05a.L 2,6,10-Dodecatrien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E,E)-	72946	000106-28-5	91
			1,6,10,14,18,22-Tetracosahexaen-3-ol, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl-, (all-E)-	176609	054159-46-5	78
			Squalene	173554	007683-64-9	72
24	62.299	0.26	C:\Database\NIST05a.L 2-Acetoxy-4-phenylhex-2-en-5-one	79847	183483-46-7	30
			2-Indolizinemethanol	21644	022320-21-4	27
			1-Dimethyl(trimethylsilylmethyl)silyloxycyclopentane	78279	1000216-93-0	25
25	67.853	0.94	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	95

13. Selección y tratamiento de la materia prima previo a las distintas extracciones



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

14. Extracciones de oleorresina y absoluto por maceración dinámica y por el método Soxhlet



Continuación del apéndice 14.



Continuación del apéndice 14.



Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

15. Aplicación del extracto a un producto de perfumería y realización de análisis sensorial del producto

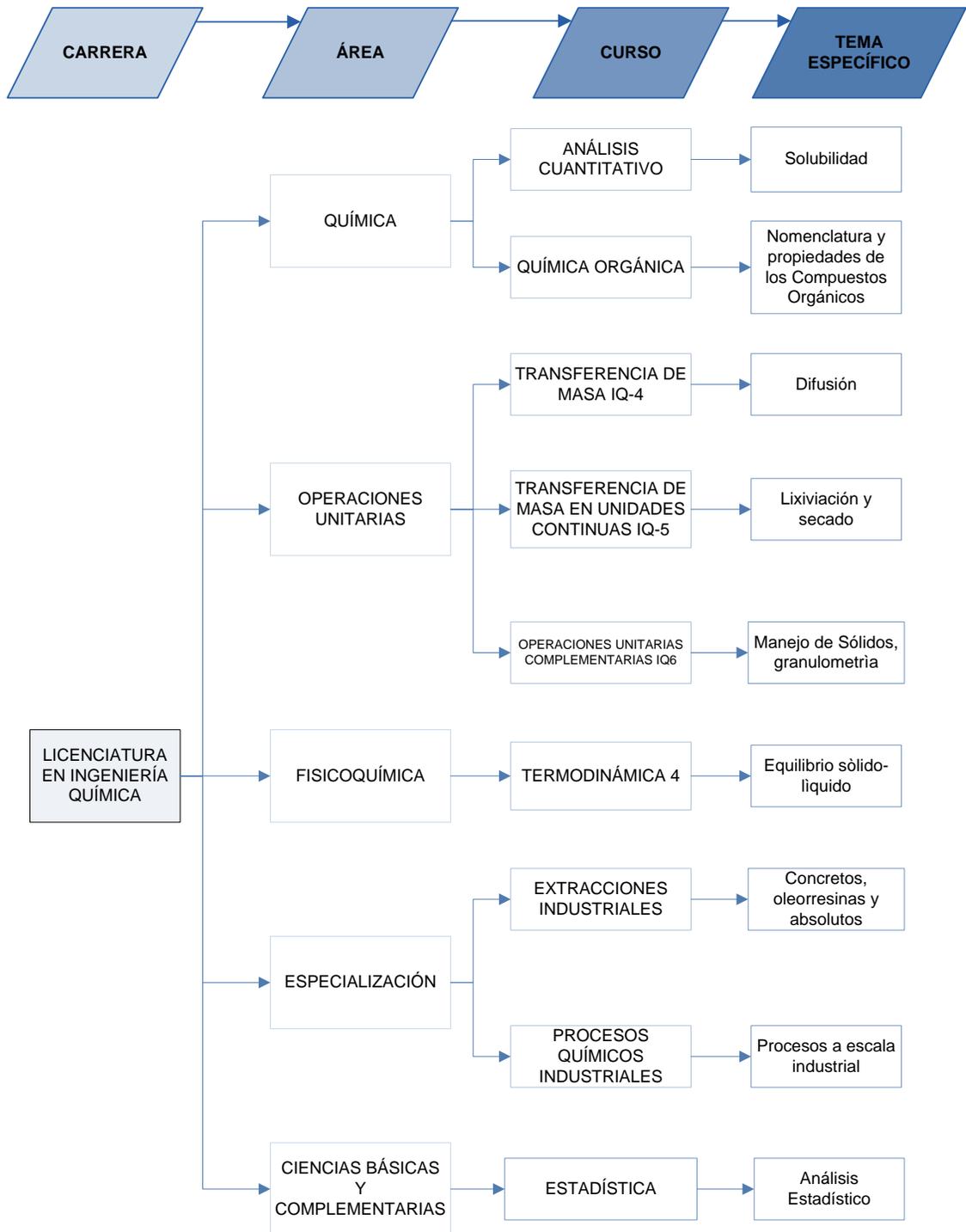


Continuación del apéndice 15.



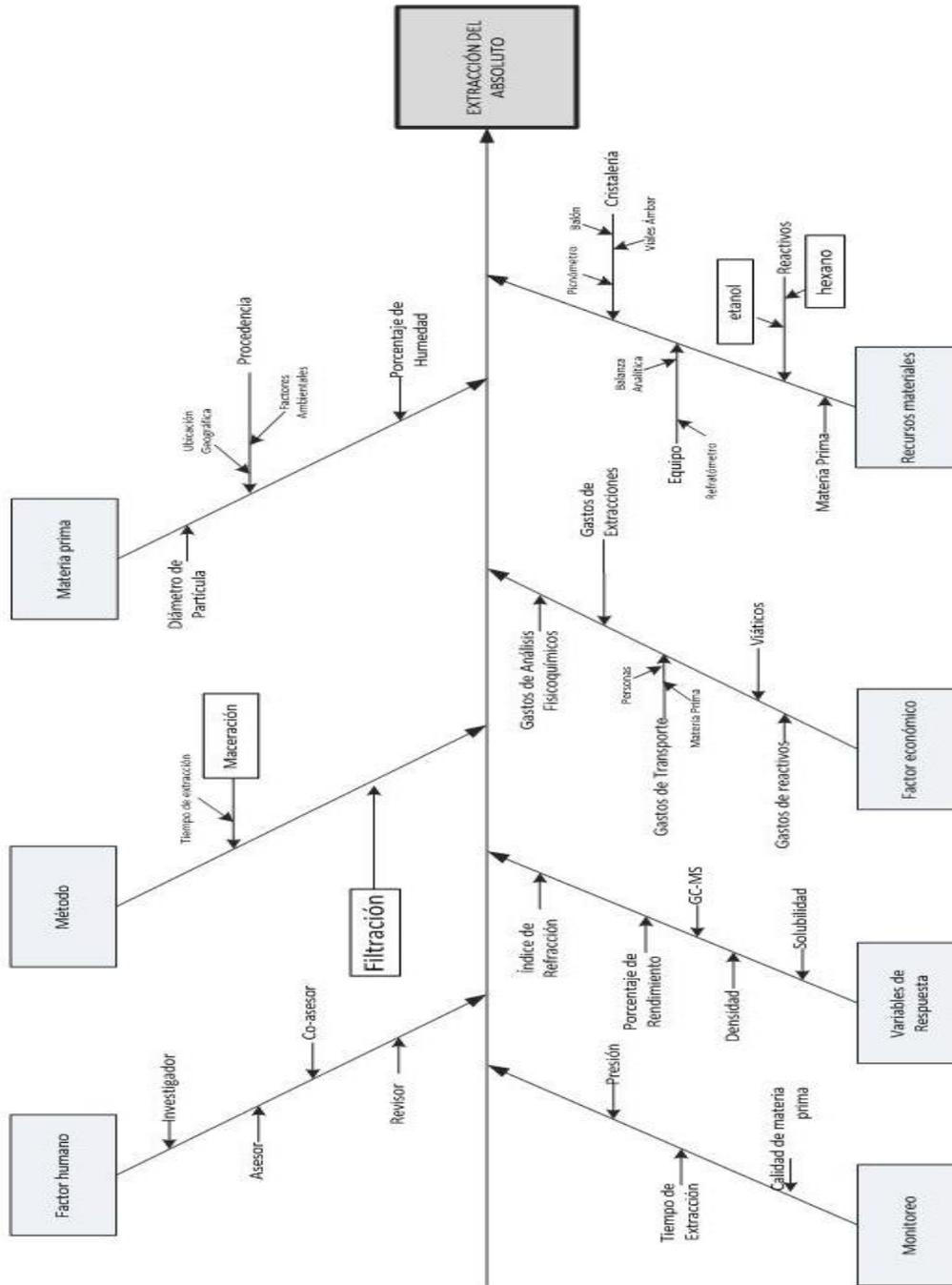
Fuente: elaboración propia en Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales.

16. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

17. Diagrama ISHIKAWA



Fuente: elaboración propia.

18. Prueba sensorial realizada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA/USAC
SECCIÓN QUÍMICA INDUSTRIAL
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES –LIEXVE-
TRABAJO DE GRADUACION
JORGE MARIO GÁLVEZ GARCÍA



Fecha: ____/____/____

PRUEBA SENSORIAL

Frente a usted se presentan 3 muestras de un perfume elaborado a base de absoluto de cardamomo en 3 distintas concentraciones

Por favor, observe y pruebe cada una de ellas. Indique el grado en que le agrada o le desagrada cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Criterio	Puntaje
Muy agradable	1
Poco agradable	2
Indiferente	3
Poco desagradable	4
Muy desagradable	5

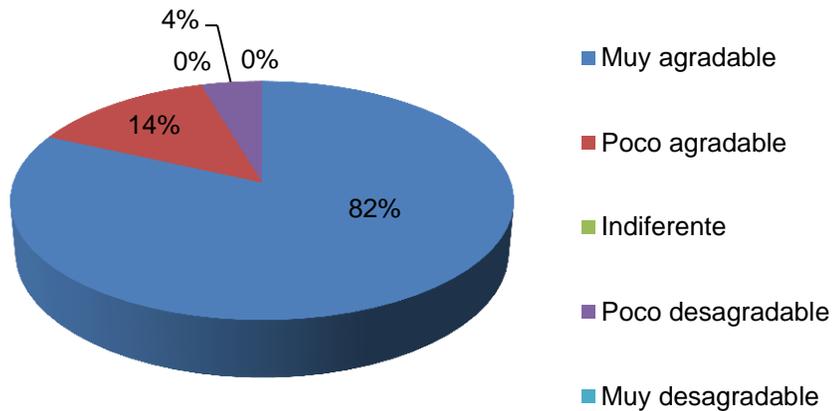
MUESTRA	ATRIBUTOS A CALIFICAR		
	OLOR	COLOR	CONSISTENCIA/TEXTURA
A			
B			
C			

Fuente: elaboración propia.

19. Estadísticas

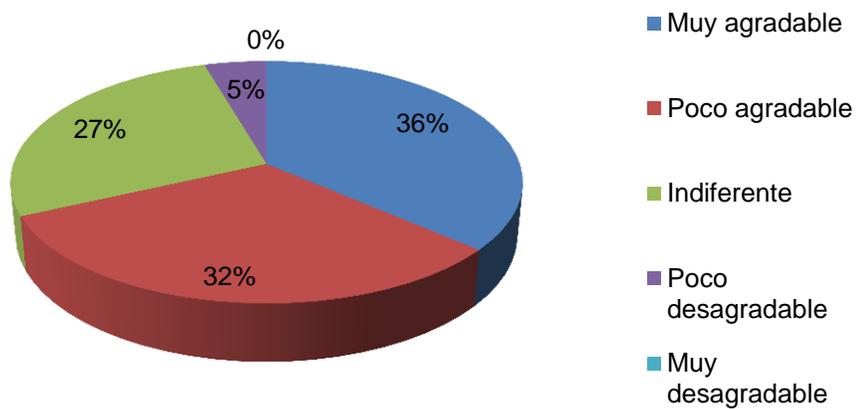
FRAGANCIA A: Concentración de absoluto de cardamomo en un 5%.

OLOR



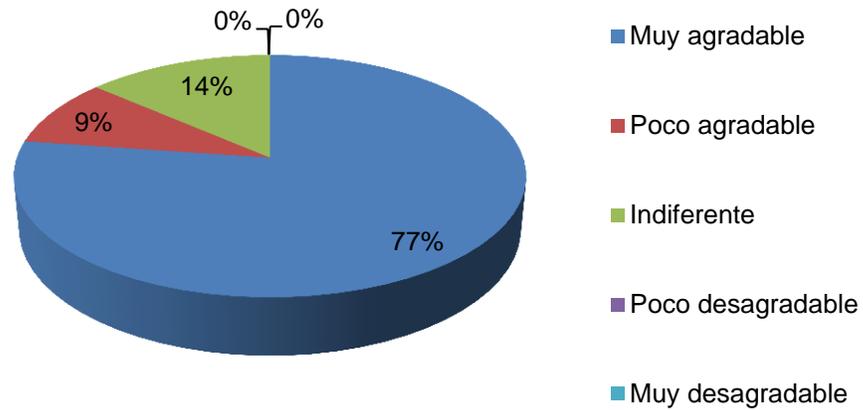
Fuente: elaboración propia.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

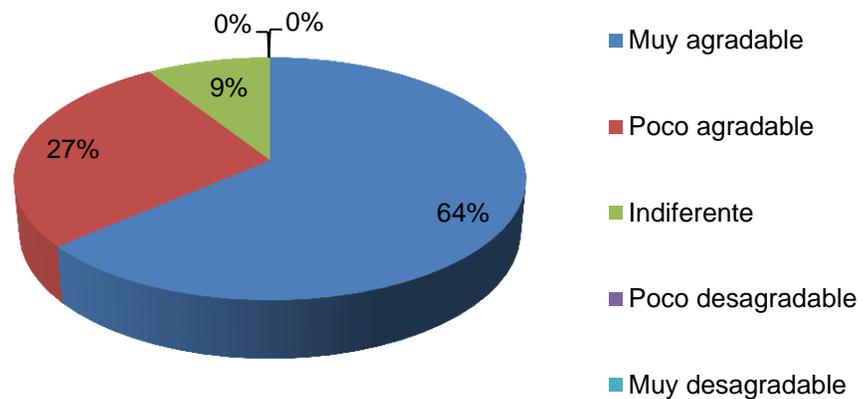
CONSISTENCIA/TEXTURA



Fuente: elaboración propia.

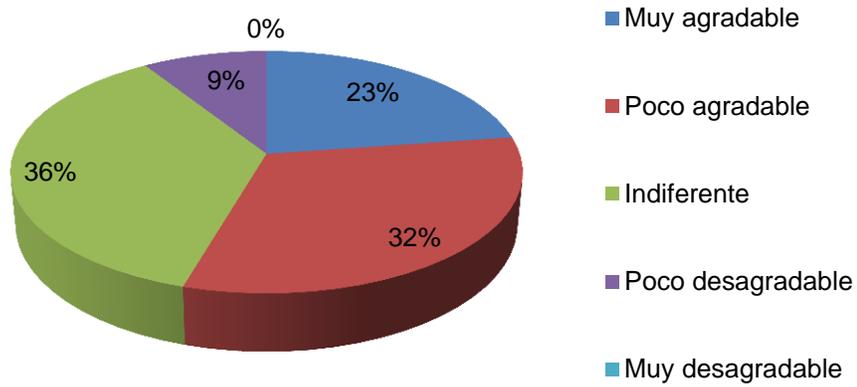
FRAGANCIA B: Concentración de absoluto de cardamomo en un 10%.

OLOR



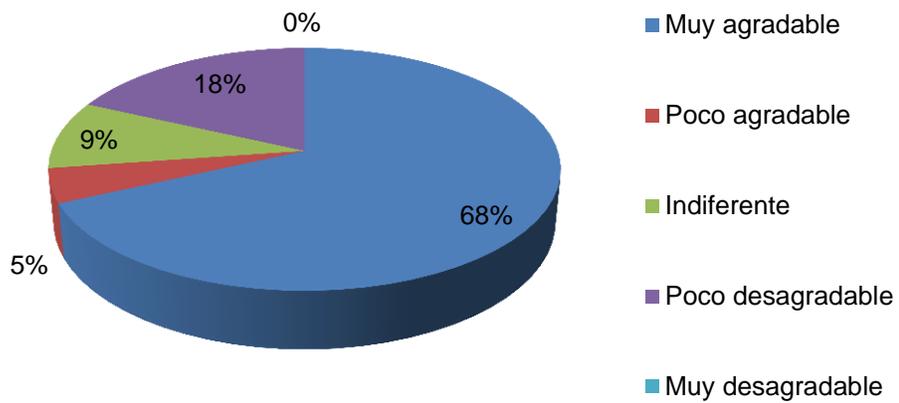
Fuente: elaboración propia.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

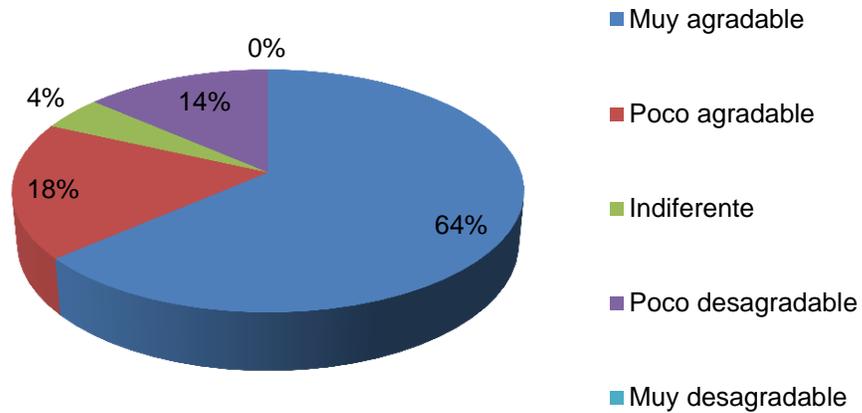
CONSISTENCIA/TEXTURA



Fuente: elaboración propia.

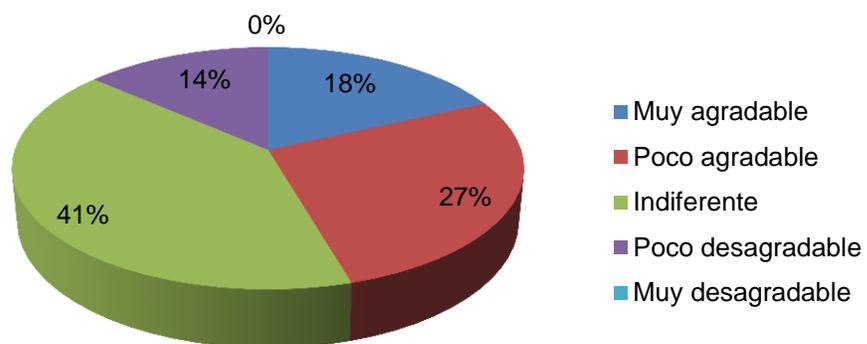
FRAGANCIA C: Concentración de absoluto de cardamomo en un 15%.

OLOR



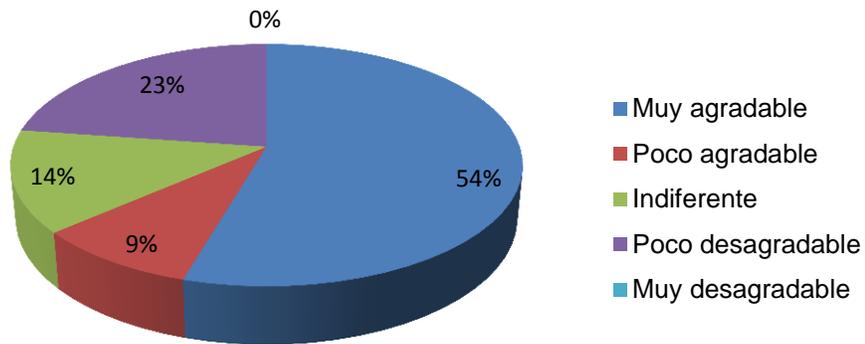
Fuente: elaboración propia.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

CONSISTENCIA/TEXTURA



Fuente: elaboración propia.