



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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA  
OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Y SU APLICACIÓN COMO  
ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**

**María Alejandra Estrada Santizo**

Asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales e

Ing. Mario José Mérida Meré

Guatemala, octubre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA  
OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Y SU APLICACIÓN COMO  
ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MARÍA ALEJANDRA ESTRADA SANTIZO**

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

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUÍMICA**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Ángel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADORA	Inga. María Alejandra Ma Villatoro
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Ordóñez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

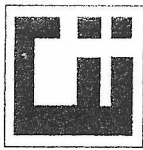
En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**

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



**María Alejandra Estrada Santizo**



Guatemala, 02 de junio de 2015

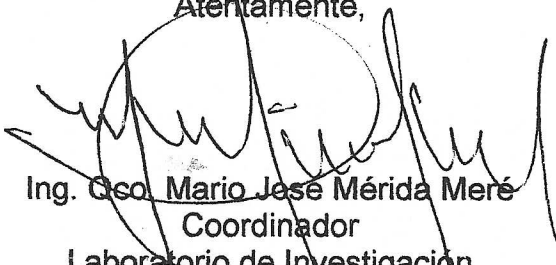
Ingeniero  
Victor Manuel Monzón Valdez  
Director Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente.

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 Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO", de la estudiante de Ingeniería Química María Alejandra Estrada Santizo quien se identifica con el carné número 2010-20817.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

Atentamente,

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



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





Guatemala, 19 de agosto de 2015.  
Ref. EIQ.TG-IF.054.2015.

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 **039-2014** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Solicitado por la estudiante universitaria: **María Alejandra Estrada Santizo**.  
Identificada con número de carné: **2010-20817**.  
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

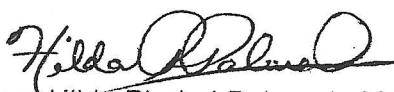
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**

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. **Hilda Piedad Palma de Martini**  
COORDINADORA DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.144.2015

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 de la estudiante, **MARÍA ALEJANDRA ESTRADA SANTIZO** titulado: "**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (CINNAMOMUM ZEYLANICUM BLUME) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

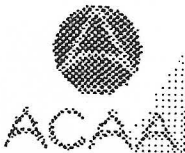
*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, octubre 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 Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (Cinnamomum zeylanicum Blume) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO**, presentado por la estudiante universitaria: **María Alejandra Estrada Santizo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, octubre de 2015

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, por los dones que me ha regalado, llenarme de bendiciones y brindarme un camino lleno de oportunidades.
<b>Virgen María</b>	Por su intercesión, su amor de madre y haberme acompañado en esta travesía.
<b>Mi papá</b>	Erasmus Estrada, por incentivarme siempre a ser mejor, por sus consejos, amor y apoyo incondicional.
<b>Mi mamá</b>	Rosa Santizo, por enseñarme el amor por la química y ayudarme a descubrir que no hay límites.
<b>Mis hermanos</b>	Erasmus y Christian Estrada Santizo, por llenar mi vida de alegría, estar pendiente de mí y animarme a cumplir mis sueños.
<b>Mi abuela</b>	Flor Estrada, por sus infinitas muestras de cariño y sus valiosos consejos.
<b>Mi novio</b>	Iván De León, por acompañarme en este camino, su amor y apoyo, por estar a mi lado y ayudarme a cumplir esta meta.

**Familia Martínez**

Por haberme acogido durante estos años, apoyarme y motivarme a salir adelante.

**Amigos**

Por acompañarme y hacer de estos años inolvidables.

**Amigos de casa**

Por su amistad, y el haber compartido momentos especiales y ser parte de mi familia.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por ser el pilar fundamental en mi vida, por haberme guiado en estos años y, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles.
- Virgen María** Por acompañarme y protegerme en todo momento.
- Mis padres** Por ser mi ejemplo a seguir, por los valores que me han inculcado y por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo es posible.
- Usac** Por formarme y haber permitido mi desarrollo personal y profesional.
- LIEXVE** Por apoyarme y haberme facilitado el desarrollo experimental de este estudio.
- Asesores** Ingenieros químicos Mario Mérida y Thelma Cano, por la confianza, por haber compartido conmigo sus conocimientos y experiencia.
- Revisora** Ingeniera química Hilda Palma, por su compromiso y dedicación en la revisión de este estudio.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XV
GLOSARIO .....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
Hipótesis.....	XXIV
INTRODUCCIÓN .....	XXVII
1. ANTECEDENTES .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. Oleorresinas .....	15
2.1.1. Clasificación de las oleorresinas.....	16
2.1.2. Concretos y absolutos .....	16
2.1.2.1. Concretos .....	17
2.1.2.2. Absolutos.....	17
2.1.3. Usos de las oleorresinas .....	17
2.1.4. Ventajas en el uso de oleorresinas.....	18
2.2. Proceso de extracción de oleorresina .....	19
2.2.1. Lixiviación .....	19
2.2.1.1. Aplicaciones de la lixiviación.....	20
2.2.2. Preparación de la materia prima.....	20
2.2.2.1. Secado .....	21
2.2.2.2. Molienda .....	21
2.2.2.3. Análisis granulométrico.....	22

2.2.3.	Variables del proceso extractivo.....	23
2.2.3.1.	Tamaño de partícula .....	23
2.2.3.2.	Temperatura.....	23
2.2.3.3.	pH.....	24
2.2.3.4.	Agitación.....	24
2.2.3.5.	Naturaleza del solvente .....	24
2.2.3.6.	Tiempo de extracción .....	25
2.2.4.	Métodos de extracción .....	26
2.2.4.1.	Técnica Soxhlet.....	26
2.2.4.2.	Percolación.....	28
2.2.4.3.	Maceración.....	28
2.3.	Evaluación fisicoquímica de las oleorresinas .....	29
2.3.1.	Cromatografía .....	30
2.3.1.1.	Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) .....	30
2.3.1.2.	Cromatografía en capa fina .....	30
2.3.1.2.1.	Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS).....	31
2.4.	Canela.....	32
2.4.1.	Información botánica .....	33
2.4.2.	Composición química .....	33
2.4.3.	Principios activos.....	34
2.4.3.1.	Cinamaldehído .....	34
2.4.3.2.	Eugenol .....	35
2.4.4.	Actividad farmacológica y biológica.....	35
2.4.5.	Usos .....	36
2.4.5.1.	Cosmética y farmacéutica .....	36
2.4.5.2.	Alimenticia .....	36
2.4.5.3.	Medicina tradicional.....	36

2.5.	Tecnología e ingeniería alimentaria de la galleta de harina de trigo.....	37
2.5.1.	Trigo .....	37
2.5.2.	La cariósida .....	37
2.5.2.1.	Envoltura.....	38
2.5.2.2.	Endospermo .....	39
2.5.2.3.	Embrión .....	40
2.5.3.	Composición química del trigo.....	40
2.5.4.	Características nutricionales del trigo .....	41
2.5.5.	Harina de trigo .....	42
2.5.6.	Galleta .....	44
2.5.7.	Elaboración de una galleta de harina de trigo.....	45
2.5.7.1.	Agua .....	46
2.5.7.2.	Sal .....	46
2.5.7.3.	Azúcares y endulzantes.....	47
2.5.7.4.	Grasas .....	47
2.5.7.5.	Aditivos alimenticios .....	48
2.5.8.	Análisis sensorial .....	49
2.5.8.1.	Prueba de aceptación.....	50
2.5.9.	Análisis microbiológico en alimentos .....	51
2.5.9.1.	Microorganismos .....	51
2.5.9.2.	Factores que influyen en el crecimiento microbiano en los alimentos .....	54
2.5.9.3.	Métodos de detección de microorganismos .....	58
2.5.9.4.	Análisis microbiológico de la galleta de harina de trigo.....	61

3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	63
3.1.	Localización .....	63
3.2.	Variables .....	63
3.2.1.	Variables independientes .....	64
3.2.2.	Variables dependientes .....	64
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	64
3.4.	Diseño experimental.....	65
3.5.	Recurso humano disponible.....	67
3.6.	Recurso material disponible .....	67
3.6.1.	Materia prima .....	67
3.6.2.	Reactivos.....	67
3.6.3.	Cristalería .....	68
3.6.4.	Equipo .....	68
3.6.5.	Materiales auxiliares.....	69
3.7.	Técnica cuantitativa.....	69
3.8.	Procedimiento .....	70
3.8.1.	Molienda de materia prima .....	70
3.8.1.1.	Molienda de corteza .....	70
3.8.1.2.	Molienda de hojas .....	72
3.8.2.	Lixiviación de oleorresina a escala laboratorio por el método Soxhlet y determinación del tiempo óptimo por espectrofotometría UV-VIS.....	73
3.8.3.	Lixiviación de oleorresina a escala laboratorio por el método de maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente .....	75
3.8.4.	Densidad .....	76
3.8.5.	Índice de refracción .....	77
3.8.6.	Solubilidad a temperatura ambiente.....	77
3.8.7.	Elaboración de galleta de harina de trigo .....	78

3.8.7.1.	Materia prima.....	78
3.8.7.2.	Procedimiento.....	79
3.8.7.3.	Formulación de galleta de harina de trigo según aditivo saborizante .....	79
3.9.	Diseño de tratamientos.....	80
3.10.	Recolección y ordenamiento de información .....	84
3.11.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de información.....	96
3.12.	Análisis estadístico .....	108
4.	RESULTADOS .....	125
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	133
	CONCLUSIONES .....	141
	RECOMENDACIONES.....	143
	BIBLIOGRAFÍA.....	145
	APÉNDICES .....	149
	ANEXOS .....	205





## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Tamizadora. ....	22
2.	Equipo de extracción Soxhlet. ....	27
3.	Equipo de extracción: maceración dinámica con reflujo. ....	29
4.	Árbol canelo, hoja y corteza de canela deshidratadas. ....	32
5.	Estructura química de aldehído cinámico. ....	34
6.	Estructura química de eugenol. ....	35
7.	Cariópside del trigo ....	38
8.	Diagrama de diseño experimental. ....	66
9.	Diagrama de flujo de molienda de corteza. ....	71
10.	Molino manual. ....	71
11.	Diagrama de flujo de molienda de hojas. ....	72
12.	Diagrama de flujo de lixiviación por la técnica Soxhlet. ....	74
13.	Diagrama de flujo de lixiviación por maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente a escala laboratorio ....	76
14.	Diagrama de clasificación de muestras para lixiviación. ....	81
15.	Diagrama de clasificación de muestras para lixiviación en tamaño de lote de 30 gramos de materia prima. ....	82
16.	Diagrama de clasificación de galletas según formulación. ....	83
17.	Análisis granulométrico de corteza de canela. ....	96
18.	Análisis granulométrico de hojas de canela. ....	97
19.	Rendimiento de oleoresina de canela a escala laboratorio, lote de 30 gramos. ....	99

20.	Comparación entre rendimiento de extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio para tamaño de lote de 30 y 600 g. ....	100
21.	Comparación entre rendimiento de extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio para tamaño de lote de 30 y 600 g. ....	101
22.	Región crítica para extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote de 30 g. ....	109
23.	Región crítica para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio, lote de 30 g. ....	110
24.	Región crítica para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio. ....	111
25.	Régimen crítico para extracción de oleorresina de corteza en función del tamaño de lote. ....	112
26.	Régimen crítico para la extracción de oleorresina de hojas en función del tamaño de lote. ....	113
27.	Régimen crítico para contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	114
28.	Régimen crítico para contenido de eugenol en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	115
29.	Régimen crítico para contenido de ácido palmítico en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	116
30.	Régimen crítico para contenido de benzil benzoato en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	117
31.	Régimen crítico para contenido de cariofileno en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	118
32.	Régimen crítico de prueba hedónica a galleta para la característica de color. ....	119

33.	Régimen crítico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor. ....	120
34.	Régimen crítico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor. ....	121
35.	Rendimiento de la oleorresina de corteza y hojas de canela en función del tamaño de partícula a escala laboratorio, para lote de 30 g. ....	126
36.	Comparación del rendimiento de oleorresina de corteza y hojas de canela a escala laboratorio.....	127
37.	Componentes químicos principales de la oleorresina de canela.....	129
38.	Prueba hedónica de 9 puntos para galleta de harina de trigo con manzana y como aditivo saborizante: extracto.....	131

## TABLAS

I.	Composición media de la harina de trigo. ....	42
II.	Grupos de microorganismos presentes en los alimentos.....	57
III.	Métodos cuantitativos para análisis microbiano en alimentos. ....	59
IV.	Características microbiológicas de las galletas. ....	61
V.	Materia prima para la elaboración de la galleta.....	78
VI.	Cantidad de oleorresina agregada a 100 gramos de masa para elaboración de galleta de harina de trigo.....	80
VII.	Granulometría de corteza de canela. ....	84
VIII.	Granulometría de hojas de canela. ....	85
IX.	Extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio, tamaño de lote: 30 gramos.....	85
X.	Extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio, tamaño de lote: 30 gramos.....	86
XI.	Composición química de la oleorresina de corteza, <i>mesh</i> 4 y 8.....	86

XII.	Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 8 y 12.....	87
XIII.	Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 12 y 16.....	87
XIV.	Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 16 y 80.....	88
XV.	Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 4 y 8.....	88
XVI.	Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 8 y 12.....	89
XVII.	Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 12 y 16.....	90
XXVIII.	Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre <i>mesh</i> 16 y 80.....	90
XIX.	Extracción de oleorresina de corteza de canela, lote de 600 g.....	91
XX.	Extracción de oleorresina de hojas de canela, lote: 600 g.....	91
XXI.	Medición de la densidad de la oleorresina de canela .....	91
XXII.	Medición del índice de refracción de la oleorresina de canela.....	92
XXIII.	Medición de la solubilidad a temperatura ambiente en hexano, etanol y agua de la oleorresina de corteza de canela.....	92
XXIV.	Medición de la solubilidad a temperatura ambiente en hexano, etanol y agua de oleorresina de hojas de canela.....	93
XXV.	Prueba hedónica de 9 puntos de la galleta de harina de trigo con manzana.....	93
XXVI.	Resumen de prueba hedónica a galletas de harina de trigo con manzana, cuyo aditivo fue oleorresina de canela.....	95
XXVII.	Análisis microbiológico de la galleta de harina de trigo.....	95
XXVIII.	Análisis granulométrico de corteza de canela.....	96
XXIX.	Análisis granulométrico de hojas de canela.....	97

XXX.	Extracción de oleorresina de corteza a escala laboratorio, 30 g .....	98
XXXI.	Extracción de oleorresina de hojas a escala laboratorio, 30 g .....	98
XXXII.	Modelo matemático de rendimiento de oleorresina en función del tamaño de partícula de la materia prima, lote de 30 gramos.....	99
XXXIII.	Extracción de oleorresina de canela a escala laboratorio, lote 600 gramos. ....	100
XXXIV.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, <i>mesh</i> entre 4-8.....	101
XXXV.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, <i>mesh</i> entre 8-12.....	102
XXXVI.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, <i>mesh</i> entre 12-16.....	102
XXXVII.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, <i>mesh</i> entre 16-80.....	103
XXXVIII.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, <i>mesh</i> entre 4-8.....	103
XXXIX.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, <i>mesh</i> entre 8-12.....	104
XL.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, <i>mesh</i> entre 12-16.....	104
XLI.	Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, <i>mesh</i> entre 16-80.....	105
XLII.	Medición de densidad de la oleorresina de canela.....	105
XLIII.	Medición de índice de refracción de oleorresina de canela.....	106
XLIV.	Medición de la solubilidad de oleorresina de corteza de canela en hexano, etanol y agua a temperatura ambiente. ....	106
XLV.	Medición de la solubilidad de oleorresina de hojas de canela en hexano, etanol y agua a temperatura ambiente. ....	107

XLVI.	Análisis microbiológico a galletas de harina de trigo con manzana, cuyo aditivo fue oleorresina de canela. ....	107
XLVII.	Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote: 30 g. ....	108
XLVIII.	Anova para extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote de 30 g. ....	109
XLIX.	Información para análisis de extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio, lote: 30 g. ....	109
L.	Anova para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio, lote de 30 g. ....	110
LI.	Información para análisis de estadístico de extracción de oleorresina en función de la sección de la planta. ....	110
LII.	Anova para extracción en función de la sección de la planta. ....	111
LIII.	Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de corteza en función del tamaño de lote. ....	112
LIV.	Anova de extracción de oleorresina en función de lote. ....	112
LV.	Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de hojas en función del tamaño de lote. ....	113
LVI.	Anova extracción de oleorresina de hojas en función del lote. ....	113
LVII.	Información para análisis de contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de planta. ....	114
LVIII.	Anova de contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	114
LIX.	Información para análisis estadístico de contenido de eugenol en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	115
LX.	Anova contenido de eugenol en función de sección de planta. ....	115
LXI.	Información para análisis de contenido de ácido palmítico en la oleorresina en función de la sección de la planta. ....	116
LXII.	Anova de ácido palmítico en función de sección de la planta. ....	116

LXIII.	Información para análisis de contenido de benzil benzoato en la oleorresina en función de la sección de la planta.....	117
LXIV.	Anova de benzil benzoato en función de sección de la planta. ....	117
LXV.	Información para análisis de contenido de cariofileno en la oleorresina en función de la sección de la planta.....	118
LXVI.	Anova de cariofileno en función de la sección de la planta. ....	118
LXVII.	Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de color. ....	119
LXVIII.	Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de color. ....	119
LXIX.	Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor. ....	120
LXX.	Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor. ....	120
LXXI.	Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor. ....	121
LXXII.	Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor. ....	121
LXXIII.	Resumen de resultados de análisis Anova.....	122
LXXIV.	Rendimiento de la oleorresina de corteza de canela a 4 tamaños de partícula a escala laboratorio, para tamaño de lote de 30 g.....	125
LXXV.	Rendimiento de la oleorresina de hojas de canela a 4 tamaños de partícula a escala laboratorio, para tamaño de lote de 30 g.....	126
LXXVI.	Modelo matemático del rendimiento de la oleorresina en función del tamaño de partícula, para lote de 30 g. ....	127
LXXVII.	Rendimiento de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta y el tamaño de lote.....	127
LXXVIII.	Densidad de la oleorresina de canela. ....	128
LXXIX.	Índice de refracción de la oleorresina de canela. ....	128



LXXX.	Solubilidad a temperatura ambiente de la oleorresina de canela.....	128
LXXXI.	Componentes químicos principales de la oleorresina de canela. ....	129
LXXXII.	Análisis microbiológico a la galleta de harina de trigo con manzana. .	130
LXXXIII.	Prueba hedónica de 9 puntos para galleta de harina de trigo con manzana y como aditivo saborizante: extracto. ....	130
LXXXIV.	Prueba de hipótesis por análisis de varianza (Anova) de un solo factor.....	131

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AE	Aceite esencial
$A_w$	Actividad del agua
$R^2$	Coefficiente de correlación
Pk	Constante de disociación
$\rho$	Densidad
S	Desviación estándar
F	Factor de Fisher
°C	Grados Celsius
g	Gramos
PER	Índice de eficacia proteica
kg	Kilogramos
L	Litros
$m_R$	Masa de material retenido en tamiz
$m_{\text{balón}}$	Masa del balón vacío
$m_{\text{balón+oleo}}$	Masa de balón más la oleorresina que este contiene
$m_{MP}$	Masa de materia prima
$m_{\text{oleo}}$	Masa de oleorresina
$m_T$	Masa total de material agregado a tamizadora
>	Mayor que
$\bar{X}$	Media
mL	Mililitros
min	Minutos

<b>mm</b>	Milímetros
<b>núm.</b>	Número
<b>n</b>	Número de corridas
<b>NMP</b>	Número más probable
<b>%</b>	Porcentaje
<b>%R</b>	Porcentaje de rendimiento
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>Eh</b>	Potencial rédox
<b>X<sub>i</sub></b>	Resultado de cada corrida
<b>R<sub>t</sub></b>	Retención de materia prima por tamiz
<b>S<sub>oleo canela</sub></b>	Solubilidad de la oleorresina de canela a temperatura ambiente.
<b>Ø</b>	Tamaño de partícula
<b>T</b>	Total
<b>t</b>	Tiempo
<b>→∞</b>	Tiende al infinito
<b>UFC</b>	Unidad formadora de colonias
<b>S<sup>2</sup></b>	Varianza
<b>V</b>	Voltios
<b>V<sub>oleo</sub></b>	Volumen de la oleorresina

## **GLOSARIO**

### **Aditivo alimenticio**

Cualquier sustancia que, normalmente no se consume como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios, es con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento.

### **Análisis sensorial**

Evaluación de las características que influyen en la calidad y aceptación de un alimento por el consumidor, cuyo instrumento de medición son las personas.

### **Cinamaldehído**

Líquido viscoso amarillo pálido que se encuentra en la corteza y en las hojas de la canela y es el responsable de su olor y de su sabor.

### **Cromatografía**

Método físico basado en el principio de retención selectiva para separar los distintos componentes de una mezcla compleja, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.

<b>Destilación al vacío</b>	Separación de componentes de una solución mediante evaporación y condensación aprovechando los diferentes puntos de ebullición de cada uno, generando un vacío parcial dentro del equipo para disminuir el punto de ebullición de estos.
<b>Eugenol</b>	Líquido oleoso de color amarillo pálido que se encuentra en el clavo de olor, nuez moscada y canela.
<b>Extracto</b>	Líquido viscoso obtenido por extracción de materia vegetal por medio de un solvente, que es a menudo etanol, agua o hexano.
<b>Galleta</b>	Producto alimenticio elaborado a base de mezcla de harina, grasas comestibles y agua, con adición de azúcar, aromas, huevo y especias, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto caracterizado por su bajo contenido de humedad.
<b>Granulometría</b>	Análisis del tamaño de partículas por medio de una tamizadora, en la que se cuela el sólido objetivo agitando los tamices durante un tiempo estipulado y se pesan las fases retenidas, los métodos utilizados para reportar resultados son: integral o acumulativo y diferencial.

<b>Harina</b>	Materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias, entre otros. Se obtiene por molturación del trigo limpio.
<b>Juez</b>	Persona designada para formar parte del panel, quien determina la aceptabilidad de un alimento por medio de una prueba.
<b>Lixiviación</b>	Disolución preferente de uno o más componentes de una mezcla sólida por contacto con un disolvente líquido.
<b>Oleorresina</b>	Mezcla viscosa de aceite esencial, material resinoso y ácidos grasos, que se obtiene por tratamiento del material vegetal con solvente y su posterior concentración.
<b>Panificación</b>	Proceso térmico en el que se transforma la harina en pan o productos derivados.
<b>Patógeno</b>	Microorganismo, que de estar presente en un alimento, puede causar enfermedades al consumidor.
<b>Propiedad organoléptica</b>	Descripción de las características físicas que tiene un alimento, según son percibidas por las personas.

<b>Prueba hedónica</b>	Método de evaluación de un alimento para determinar su aceptabilidad al público, se determina por medio de una escala de 9 puntos, en la que 1 corresponde a me disgusta extremadamente y 9 corresponde a me gusta extremadamente.
<b>Rotaevaporador</b>	Equipo de destilación rotatorio asociado a un baño maría, se utiliza principalmente para separar por medio de evaporación a presión reducida, el solvente que acompaña al soluto de interés; o bien, para realizar destilaciones fraccionadas.
<b>Saborizante</b>	Sustancias que contienen los principios sápidos-aromáticos, extraídos de la naturaleza (vegetal) o sustancias artificiales, de uso permitido en términos legales, capaces de actuar sobre los sentidos del gusto y del olfato, agregados al alimento con el fin de hacerlo más apetitoso.
<b>Tamaño óptimo</b>	Tamaño de partícula de materia vegetal en el que se obtiene mayor cantidad de oleorresina.

## RESUMEN

En la presente investigación se realizó la lixiviación de la corteza y hojas de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), con el objetivo de evaluar el rendimiento de la oleorresina en función del tamaño de partícula, la sección de la planta y el tamaño de lote utilizado en la extracción; realizar su caracterización fisicoquímica, aplicarla como aditivo saborizante en una galleta de harina de trigo con manzana y medir la aceptabilidad del público por medio de una prueba hedónica de nueve puntos. Las variables evaluadas fueron 2 secciones de la planta: corteza y hojas, 4 tamaños de partícula comprendidas entre *mesh* 4, 8, 12, 16 y 80, y 2 tamaños de lote: 30 y 600 g.

Para las pruebas preliminares se realizó la extracción de oleorresina por la técnica Soxhlet, y la medición de la absorbancia del extracto hexanólico con el espectrofotómetro UV-VIS; determinando que el tiempo óptimo de extracción para la corteza fue de 3 horas y para las hojas de 5 horas. En el análisis a escala laboratorio, utilizando tamaño de lote de 30 g se determinó que el rendimiento de la oleorresina fue mayor para la extracción con hojas que con corteza, siendo de  $2,722 \pm 0,016$  % y  $1,476 \pm 0,007$  %, respectivamente. Para tamaño de lote de 600 g se determinó que el rendimiento en la extracción de oleorresina para corteza y hojas de canela fue  $0,866 \pm 0,0218$  % y  $1,366 \pm 0,0587$  %, respectivamente.

El rendimiento de la oleorresina fue inversamente proporcional al tamaño de partícula, determinando que el tamaño óptimo de las partículas de materia prima para la extracción fue de 1,253 mm para la corteza y de 0,662 mm para las hojas.



Para la caracterización fisicoquímica de la oleorresina se realizó la medición de la densidad, índice de refracción, solubilidad a temperatura ambiente e identificación de componentes químicos por cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS, determinando que el componente mayoritario para la oleorresina de corteza fue el eugenol y para la de hojas fue el cinamaldehído.

Se aplicó la oleorresina obtenida como aditivo saborizante en tres galletas de harina de trigo con manzana; muestra A (galleta con canela en polvo), muestra B (galleta con oleorresina de corteza de canela) y muestra C (galleta con oleorresina de hojas de canela) utilizando en 465 g de mezcla de masa para la galleta; 3,50 g, 1,68 g y 1,34 g, respectivamente. Se les realizó análisis microbiológico de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, y al no sobrepasar el límite máximo permitido se determinó que cumplen con la Norma RTCA 67.04.50:08.

Las galletas se sometieron a análisis sensorial por medio de la prueba hedónica de 9 puntos a un panel de 50 jueces. Determinando que las tres galletas son aceptadas satisfactoriamente, en términos generales, la mejor aceptada fue la muestra B y con la de menor aceptación fue la muestra C.

## OBJETIVOS

### General

Evaluar el rendimiento, realizar la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) a escala laboratorio, y desarrollar su aplicación como aditivo saborizante en una galleta de harina de trigo.

### Específicos

1. Evaluar el porcentaje de rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función del tamaño de partícula de la materia vegetal por el método de lixiviación, con maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente.
2. Determinar el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función de la sección de la planta utilizada para la lixiviación.
3. Evaluar el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función del tamaño de lote empleado para la extracción.
4. Evaluar las propiedades fisicoquímicas de la oleorresina de canela, realizando cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrofotometría de masas.

5. Realizar análisis microbiológico según RTCA 67.04.50:08 y la prueba de aceptación de la galleta de harina de trigo, utilizando como aditivo las oleorresinas y canela en polvo, por el método de evaluación hedónica de 9 puntos.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis de trabajo**

Es factible evaluar el rendimiento y realizar la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de canela y su aplicación como aditivo saborizante en una galleta de harina trigo.

### **Hipótesis estadística**

#### **Hipótesis nula**

**Ho1:** no existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de oleorresina de canela, en función del tamaño de partícula del material vegetal.

**Ho2:** no existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función de la sección de la planta utilizada para realizar la extracción.

**Ho3:** no existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función del tamaño de lote empleado para la extracción.

**Ho4:** no existe diferencia significativa en los componentes activos en la oleorresina de canela, en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho5:** no existe diferencia significativa en el nivel de aceptación de la galleta de harina de trigo, utilizando como aditivo oleorresina de canela y materia vegetal en polvo.

### **Hipótesis alternativa**

**Ha1:** sí existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de oleorresina de canela, en función del tamaño de partícula del material vegetal.

**Ha2:** sí existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función de la sección de la planta utilizada para realizar la extracción.

**Ha3:** sí existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función del tamaño de lote empleado para la extracción.

**Ha4:** sí existe diferencia significativa en los componentes activos en la oleorresina de canela en función, de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ha5:** sí existe diferencia significativa en el nivel de aceptación de la galleta de harina de trigo, utilizando como aditivo oleorresina de canela y materia vegetal en polvo.



## INTRODUCCIÓN

Las oleorresinas son líquidos consistentes en aceites esenciales, ácidos grasos y materias resinosas que se obtienen al tratar materia prima vegetal deshidratada con solventes. Estas tienen gran aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmética, entre otras. Son utilizadas a nivel industrial, porque pueden sustituir grandes cantidades de materia prima por pequeñas de oleorresina, mantienen constante sus componentes activos, color, sabor y propiedades físicas, facilidad de dosificación, la posibilidad de homogeneizar la calidad, la carencia de problemas por contaminación microbiana y, por ende, una mayor estabilidad, además que cumplen con las especificaciones de la Food and Drug Administration (FDA), dando al proceso facilidad y mayor control, también aumenta la vida de anaquel de los productos.

Los métodos de extracción de oleorresina se dividen de acuerdo a su objetivo, si se busca el agotamiento de la materia prima: técnica Soxhlet y percolación, y si se quiere el equilibrio de la concentración de extracto en el solvente y materia prima: maceración dinámica y estática con y sin reflujo. Para este trabajo de investigación la extracción de oleorresina de canela fue por el método Soxhlet para realizar las pruebas preliminares, ya que se buscaron las condiciones que promueven un mayor rendimiento extractivo y maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente para el desarrollo de la investigación, porque es el método utilizado a escala industrial.

Las variables que afectan el rendimiento de extracción y los componentes activos de los extractos son: lugar de siembra de la materia prima, tiempo de cosecha, sección de la planta utilizada, porcentaje de

humedad, tamaño de partícula, método y tiempo de extracción, temperatura y agitación. Para el trabajo de investigación se tuvo como variables la sección de la planta utilizada, siendo corteza y hojas de la canela y el tamaño de la partícula, usando tamices *mesh* núm. 4, 8, 12, 16, y 80, lo que corresponde a los tamaños de partícula: 4,699, 2,362, 1,397, 0,991 y 0,173 mm, respectivamente. La materia prima fue proveniente de San Antonio, Suchitepéquez.

Guatemala cuenta con diversas empresas que hacen uso del proceso de panificación, ya sea para la elaboración de pan, pasteles, panqués o galletas. Utilizando en sus formulaciones ingredientes como la canela, por lo que al realizar este estudio de evaluación del rendimiento y su caracterización fisicoquímica, se demostró su aplicación en la elaboración de una galleta de harina de trigo. Lo que permite que las empresas nacionales conozcan los beneficios de utilizar oleoresina en lugar de la materia prima vegetal.

## 1. ANTECEDENTES

En la Universidad de San Carlos de Guatemala se han realizado estudios sobre la extracción de oleorresinas de diversas plantas, así como de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) y aplicación de aditivos en galletas de harina de trigo, estos estudios han sido realizados por parte de Dirección General de Investigación (Digi), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Concyt), Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología (Senacyt), Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fonacyt), Centro de Investigaciones de Ingeniería (Cii) y estudios de tesis de las facultades de Ingeniería y Farmacia.

En 2001 se realizó el estudio *Alternativa de desarrollo tecnológico para la recuperación de las fracciones extractables y caracterización de los componentes claves curcumina y cariofileno contenidos en el rizoma de la cúrcuma (Cúrcuma longa) para su agroindustrialización en Guatemala* realizado por César García, Ingrid Benítez, Blanca Chávez y Otto Cerezo. Estudio realizado por parte de la Digi. El estudio se realizó a escala laboratorio por medio del método de hidrodestilación para el aceite esencial y por el método maceración dinámica con reflujo para la oleorresina. A escala planta piloto mediante el proceso de destilación atmosférica por arrastre con vapor para obtener el aceite esencial y como proceso consecutivo la extracción por maceración con solvente alcohólico de la oleorresina.

Los resultados de rendimiento de aceite esencial a escala laboratorio fueron de 0,39 % para material fresco y 0,63 % en material deshidratado. Así también el rendimiento de aceite esencial en material fresco a escala planta piloto fue de 0,29 %, lo que refiere una eficiencia de extracción del 74 %.



También se estudió el proceso de extracción de la oleorresina del rizoma habiéndose evaluado la maceración estática con etanol en dos etapas extractivas y fue del 11,63 % y del 10,10 %, respectivamente. Fue más efectiva a nivel de laboratorio con extracción dinámica en períodos incrementados de 2, 4 y 8 horas. En el estudio a escala laboratorio se evaluó el efecto de extracción con una mezcla de solventes (glicerol/etanol) alcanzándose una mejor extracción con la mezcla 60/40.

En 2002 se realizó el estudio *Obtención y caracterización de capsaicina, ingrediente activo de productos fitofarmacéuticos y agroindustriales de 3 especies de capsicum (Capsicum chinense, Capsicum annum L. V. y Capsicum annum) cultivadas en Guatemala* el cual fue el proyecto 28-99 de FODECYT. Estudio realizado por Telma Cano, Ramón Piedrasanta, Ingrid Benítez y Mildred López. Para el estudio se realizó la extracción en escala planta piloto de chile habanero (*Capsicum chinense*), chile chocolate (*Capsicum annum L. V.*) y chile jalapeño (*Capsicum annum*) para evaluar su rendimiento en función de la concentración de alcohol etílico (70 % y 95 %) utilizado y nivel de deshidratación (fresco y seco con una humedad de 10 %).

Los resultados demostraron que la mayor cantidad de capsaicina lo tiene el chile habanero y la menor cantidad el chile chocolate. Se obtuvo mayor rendimiento en el material seco y para la concentración del solvente del 95 %.

En 2004 se realizó el estudio a nivel de tesis *Evaluación del rendimiento de oleorresina de las hojas de laurel (Litsea guatemalensis) de Tecpán, Chimaltenango en función del tamaño de partícula, utilizando dos solventes distintos a nivel planta piloto*. Realizado por Julio López. Tesis realizada en la Escuela de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se evaluó el rendimiento porcentual de la oleorresina de

las hojas secas del laurel (*Litsea guatemalensis*) a nivel planta piloto, utilizando como método de extracción la maceración de la hoja molida, filtración y posterior concentración del extracto obtenido; se manejaron como variables controlables, los tamaños de partículas de las hojas utilizadas siendo estos los comprendidos entre los tamices núm. 5 y 7 y los comprendidos entre los tamices núm. 7 y 20; y dos solventes distintos: el etanol grado industrial al 66,4 % p/v y el hexano grado industrial 84,6 % p/v.

Se realizó análisis cualitativo por medio de cromatografía de capa fina de la oleorresina obtenida para confirmar la presencia de los compuestos mayoritarios, siendo estos el linalool, el cineol y el terpineol. El mayor rendimiento de oleorresina obtenido fue para el solvente etanol, con el tamaño de partícula comprendido entre los tamices núm. 7 y 20, el cual fue de 7,5 %.

En 2006 se realizó en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala el estudio a nivel de tesis *Determinación del rendimiento de la oleorresina de tres distintas clases de cardamomo (*Ellettaria cardamomum* L. Matton) cultivado en Alta Verapaz, extraída por maceración dinámica y dos solventes distintos, a nivel laboratorio*, realizado por Nora Deulofeu. Para el estudio se utilizó como método de extracción la maceración dinámica del fruto molido, filtración y posterior concentración del extracto; se manejaron como variables controlables, las clases de cardamomo siendo éstas la primera, segunda y tercera clase y dos solventes: etanol y hexano.

Los resultados demostraron que se obtuvo mayor rendimiento de oleorresina a partir de cardamomo de segunda clase y utilizando como solvente etanol puro; el menor rendimiento de oleorresina se obtuvo con cardamomo de tercera clase. Se determinó el componente mayoritario en porcentaje en área

para cada una de las oleorresinas obtenidas, siendo en la mayoría de los casos el compuesto limoneno.

En 2009 fueron realizados dos trabajos de investigación a nivel de tesis en la Escuela de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo los siguientes:

- El primero fue realizado por Keny López, titulándose *Extracción y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de la hoja de laurel (Litsea guatemalensis Mez) a nivel laboratorio, utilizando tres concentraciones de solvente*. Para el estudio se utilizó método de extracción maceración dinámica de la hoja molida, posterior filtración y concentración del extracto obtenido; se manejó como variables controlables, el tamaño de partícula comprendidos entre los tamices núm. 5 (4 mm) y núm. 200 (75  $\mu\text{m}$ ) y 3 concentraciones de etanol (35, 70 y 95 % v/v). Manteniéndose constante una masa inicial de 50 g de hoja triturada y una relación de solvente de 1:10 (w/v).

El etanol al 95 % es el mejor para las extracciones de este tipo de oleorresina, ya que el mayor rendimiento de oleorresina obtenido fue para este último con 22,03 %, y es el extracto en donde mayor número de componentes se lograron identificar. Se realizó un análisis cualitativo por medio de cromatografía gaseosa acoplada a la espectrometría de masa de la oleorresina obtenida para confirmar la presencia de los compuestos mayoritarios siendo 1, 8-cineol (14 %), linalool (22 %) y nerolidol (13 %).

- El segundo trabajo de investigación fue realizado por Adrián Soberanis, titulado *Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la oleorresina de cardamomo (Elletteria cardamomum, L. Matton) obtenida a nivel laboratorio utilizando dos métodos de lixiviación a tres diferentes temperaturas*. Para el estudio se realizaron dos métodos de extracción, maceración dinámica y estática, utilizando como solvente etanol al 95 % v/v y cardamomo con un tamaño entre 840 y 1190 micrones y una humedad menor a 15 % w/w. Para la maceración dinámica se agitó la solución a 800 rpm, cada extracción se llevó a cabo a tres diferentes temperaturas: 25, 50 y 78 °C, esto para poder determinar el efecto de la temperatura en el rendimiento y propiedades de las oleorresinas obtenidas.

Se determinó que el método con mayor rendimiento fue la maceración dinámica a 25 °C con un rendimiento de  $20,968 \pm 1,073$  %. Además, se determinó cuáles son los metabolitos secundarios de mayor presencia en la oleorresina de cardamomo, siendo estos: acetato de  $\alpha$ -terpinilo, limoneno,  $\alpha$ -terpineol, linalool y nerolidol.

En 2010 se realizó el proyecto Fodecyt 111-2006 *Obtención y caracterización del aceite esencial y oleorresina de dos especies de laurel y orégano*. Realizado por Telma Cano, Marino Barrientos, José Saravia, Ericka Cano, Edwin Cano, Mario Mérida, Cinthya Ortiz, Adela Marroquín y Adrián Soberanis. Para el estudio se realizó la obtención y caracterización del aceite esencial y oleorresina de orégano (*Lippia graveolens* HBK) y dos especies de laurel (*Litsea guatemalensis* Mez., *Litsea glaucescens* HBK). Para la obtención de aceite esencial a escala laboratorio se utilizó el método de hidrodestilación y a escala planta piloto por el método de arrastre por vapor directo. Para la

extracción de oleorresina tanto a escala laboratorio como planta piloto se utilizó el método de maceración dinámica utilizando como solvente etanol al 95 %.

Se determinó que el rendimiento del aceite esencial de las dos especies de laurel (*Litsea guatemalensis* Mez) y (*Litsea glaucescens* HBK) fueron similares 0,85 % y 0,87 % respectivamente, el rendimiento del aceite esencial de orégano (*Lippia graveolens* HBK) fue de 3,99 %, a nivel laboratorio.

Los componentes mayoritarios presenten en el aceite esencial de laurel (*Litsea guatemalensis* Mez) fueron: trans dihidrocarvona, cis dihidrocarvona, nerolidol, limoneno y linalol. Para la especie de laurel (*Litsea glaucescens* HBK) son: 1,8 cineol, E-nerolidol, linalol y sabineno. Para la especie de orégano (*Lippia graveolens* HBK) fueron: timol, p-cimeno,  $\gamma$ -terpineno y carvacrol.

En 2011 se realizó el trabajo de investigación a nivel de tesis *Evaluación del porcentaje de rendimiento y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de chile blanco (Capsicum annum A.) proveniente de tres estratos altitudinales utilizando como solvente de extracción soluciones de alcohol etílico-agua, a escala laboratorio* realizado por Aldo De la Cruz. Para el estudio se realizó la extracción de oleorresina por medio de la técnica de extracción Soxhlet aplicándose a estratos altitudinales de 100, 60 y 18 msnm, utilizando como solvente de extracción soluciones de alcohol etílico-agua a concentraciones del 45, 70 y 95 % (v/v).

Al realizar el análisis estadístico se logró determinar que el porcentaje de rendimiento de oleorresina dependió solamente de la concentración de alcohol etílico-agua utilizada, y no presentó diferencias significativas para el estrato altitudinal, ni para la interacción de dichos factores, reportando valores promedio entre los  $20,01 \pm 1,34$  % y  $40,04 \pm 9,82$  %. Para la caracterización

fisicoquímica de la oleorresina se determinó su contenido de capsaicina presente, mediante cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), reportando valores entre los 4,054 y 20,990 ppm. Además se determinó la pungencia de las oleorresinas obtenidas en unidades de calor Scoville (SHU), siendo la más alta de 336 SHU.

En 2012 se realizó el proyecto Digi *Obtención y caracterización del aceite esencial y oleorresina de la pimienta negra (Piper nigrum L.) cultivada en Guatemala. Una alternativa de desarrollo agroindustrial para el agricultor guatemalteco*. Realizado por Telma Cano, Blanca Chávez, Jorge Godínez y David Monzón. Para el estudio la extracción se realizó el proceso de destilación atmosférica por arrastre con vapor para obtener el aceite esencial, evaluando el rendimiento en función del tamaño de lote y como proceso consecutivo la extracción de oleorresina por maceración con solvente alcohólico, evaluando el rendimiento en función de dos factores: tamaño de lote y concentración del solvente para 3 diferentes tiempos de maceración.

Se determinó que el tamaño de lote influye en el porcentaje de rendimiento de aceite esencial, obteniendo un porcentaje medio de 0,802 %. Asimismo se determinó que para los porcentajes de rendimiento de oleorresina el tamaño de lote y concentración de solvente sí influyen significativamente en el rendimiento de oleorresina obtenido, el cual fue un valor promedio de 5,57 %, siendo el lote de 10 lb y el etanol al 70 % los niveles más favorables para obtener el mayor rendimiento porcentual de oleorresina a escala planta piloto con pimienta negra molida de 15 % de humedad. El promedio de piperina contenida en la oleorresina fue de 56,48 %.

También se realizó un trabajo de tesis por María Ortiz, titulado *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de oleorresina de chile chamborote (Capsicum annuum spp.) proveniente de tres regiones de Guatemala, utilizando maceración dinámica con reflujo a nivel laboratorio en función del tiempo de extracción*. Para el estudio se realizó la extracción de oleorresina del chile chamborote (*Capsicum annuum* spp.) proveniente de tres regiones del departamento de Guatemala: municipios de Chuarrancho, San Juan Sacatepéquez, aldea Montúfar y San Raymundo. Se utilizó la técnica de extracción maceración dinámica con reflujo a nivel laboratorio, filtración y posterior concentración del extracto. Se empleó como solvente alcohol etílico al 70 %, y se manejó como variable controlable el tiempo de extracción: 2, 3 y 4 horas.

Se determinó que sí existe diferencia significativa en el rendimiento de oleorresina de chile chamborote en función de la región de origen de la materia prima, y que no existe una diferencia significativa en los resultados utilizando cualquiera de los 3 tiempos de extracción. La cantidad de capsaicina que se determinó en la oleorresina con cromatografía líquida de alta eficiencia fue muy baja: 0,031 % p/p para Chuarrancho, 0,034 % p/p para Montúfar y 0,052 % p/p para San Raymundo; por lo que el chile chamborote no representa una buena fuente de este componente activo.

Los trabajos de investigación relacionados con la canela son:

- En 1996, Rocío Arreaga realizó el trabajo de tesis titulado *Análisis cuantitativo de cumarina en canela en polvo, registrada y comercializada en Guatemala*. Para el estudio se estimó los límites naturales por medio de análisis cuantitativo de cumarina en muestras de canela en raja, registradas y comercializadas en el país. Los resultados muestran que la

canela en raja contiene entre 0,0036 % y 0,0118 % de cumarina. Esta concentración no resulta ser tóxica cuando la canela se utiliza en forma moderada como agente aromatizante y saborizante en los alimentos. El análisis de muestras de canela en polvo registradas en el país evidenció que dos de ellas exceden el límite superior estimado para la canela en raja. Las posibles razones del alto contenido de cumarina son: baja calidad de canela molida y producto comercial impuro, alterado con materias inertes y esencias artificiales que contienen cumarina.

Actualmente, en la Universidad de San Carlos de Guatemala no se cuenta con trabajos de investigación sobre la extracción de oleoresina de la canela. Más en universidades extranjeras se han realizado estudios sobre la capacidad conservante del aceite esencial de canela, los cuales se describen a continuación:

- En 2010, María González realizó su trabajo de graduación de bioquímico farmacéutico titulado *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela (Cinnamomum zeylanicum)*, tesis realizada en la Universidad Superior Politécnica de Chimborazo en Ecuador. Para el estudio se determinaron los hongos causantes de la pudrición de la mora, uvilla y frutilla, se aisló al *Botrytis spp* (hongo más representativo), se estableció la capacidad antimicótica del aceite esencial de canela sobre el desarrollo *in vitro* del hongo aislado y se evaluó la actividad antifúngica del aceite esencial de canela *in situ* sobre fruta fresca a diferentes concentraciones, tiempo y temperatura, mediante el análisis de color, textura, sabor, olor, pH, acidez y recuento de hongos y levaduras.



Los resultados demostraron que los tratamientos más efectivos se obtuvieron con el aceite esencial de canela a 250 y 500 ppm. Los experimentos *in situ* mostraron que el aceite esencial a 500 ppm combinado con el almacenamiento de la fruta a 5 °C fue el tratamiento más efectivo para reducir la pudrición fúngica y la pérdida de la calidad de los frutos.

- En 2012, María Castaño realizó el trabajo de investigación *Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales del clavo (Syzygium aromaticum) y canela (Cinnamomum verum), sobre la levadura (Rhodotorula mucilaginosa) en leche chocolatada*. Trabajo de graduación de Maestría en Ciencia y Tecnología de alimentos Medellín de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de Colombia. La investigación se desarrolló en tres etapas: se obtuvieron los aceites esenciales utilizando la técnica de arrastre con vapor o hidrodestilación y se caracterizó su composición cualitativamente mediante cromatografía de gases–masa, para la segunda fase se evaluaron los aceites esenciales obtenidos mediante el método *in vitro* para determinar la capacidad mínima inhibitoria comparados con un testigo comercial, y finalmente bajo los resultados anteriormente obtenidos, se determinó la dosis de aplicación dentro de la formulación para el producto lácteo (leche chocolatada), evaluando su respuesta *in vivo* y la aceptación por un panel sensorial de consumidores.

Los resultados obtenidos indican el efecto antimicrobiano de los AE de clavo y canela, puesto que en forma individual y en combinación al 50 % produjeron acción antimicrobiana sobre la *Rhodotorula mucilaginosa*, lo que indica su potencial aplicación en la industria de alimentos, convirtiéndolos en una alternativa de conservación natural, cuyo uso

ayudaría en la disminución de los riesgos toxicológicos aportados por el empleo de los conservantes artificiales o sintéticos.

Trabajos de investigación realizados con base en elaboración de galletas de harina de trigo son: En 2010, Rita Godoy realizó el trabajo de graduación de Maestría en Alimentación y Nutrición, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, titulado *Análisis químico, evaluación sensorial y valor proteico de una galleta de harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de arveja dulce (*Pisum sativum*)*. El objetivo de este estudio fue el determinar la calidad proteica de diferentes mezclas de harina de arveja y trigo y posteriormente la de una galleta formulada a base de dichas mezclas. Se realizó un análisis bromatológico del grano crudo y de la harina de arveja, para determinar las características nutricionales tanto de la arveja en base natural como en base seca, se llevó a cabo un análisis biológico para determinar la calidad proteica de la harina de trigo, la harina de arveja dulce y tres mezclas de éstas en diferentes proporciones. También se determinó la cantidad proteica de dichas mezclas, por medio de análisis bromatológicos, para la posterior determinación del índice de eficiencia proteica.

En el análisis biológico se observó que las mezclas con mayor PER eran las que contenían 20 y 30 % de arveja dulce, las cuales presentaron un valor de 2,20 y 2,16 respectivamente. Por ello se formularon dos tipos de galletas con estas proporciones y se llevó a cabo un grupo focal para determinar cuál tenía mayor aceptabilidad; también se realizó un análisis proximal y físico de cada una de los dos tipos de galletas formuladas. La galleta con un 30 % de arveja presentó un aporte proteico del 13,04 % y la del 20 % de arveja, un 11,88 % de proteína; aunque esta última tenía menor porcentaje de proteína, su calidad proteica fue superior; así como su aceptabilidad. Por lo cual, en la formulación final se utilizó un porcentaje de sustitución de harina arveja dulce del 20 %.

En 2011, Luis Ruiz realizó el trabajo de graduación de Ingeniería Química de la Usac *Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con Paraíso Blanco (Moringa oleífera) y su respectiva evaluación nutricional*. Se evaluó una serie de mezclas que comprendían harina de trigo y polvo de la hoja de Paraíso Blanco (*Moringa oleífera*) en distintas proporciones (100:0, 70:30, 50:50, 30:70 y 0:100) en peso respectivamente. Se analizó químicamente el nivel nutricional de cada mezcla, donde fueron evaluados lípidos, ácidos grasos, fibra alimentaria, proteínas, azúcares totales y reductores así como, pruebas de aceptación hechas al producto final como herramienta de introducción al mercado, lo que delimitó y facilitó el diseño de la línea de producción.

Mediante los resultados del análisis químico y la prueba de aceptación, se determinó que de las cinco mezclas evaluadas la mezcla 4 que contiene 30 % de harina de trigo y 70 % de polvo de hoja de Paraíso Blanco (*Moringa oleífera*) es la que más se adecua a un alimento nutricionalmente mejorado (ANM). Esto es por su alta composición en ácidos grasos insaturados (30,01 % de ácido linolénico y 19,34 % de ácido linoleico), fibra alimentaria (26,23 % de celulosa, 27,13 % de hemicelulosa, 13,15 % de lignina y 7,28 % de gomas, mucílagos y sustancias pépticas), un porcentaje en proteínas del 19,06 %, una concentración de 583,22 mg/L de azúcares totales y 98,55 mg/L de azúcares reductores. El valor promedio de la aceptabilidad de dicha mezcla fue de 8,30 que equivale en la escala hedónica a la categoría “me gusta mucho”.

Además del uso que se le dará al extracto de canela en esta investigación, la canela puede ser aplicada de la siguiente manera:

- El tanino como colorante natural en productos lácteos, confituras, helados, entre otros.<sup>1</sup>
- Como saborizante de salsas curry, carnes, embutidos, té y recados preparados.<sup>2</sup>
- Uso medicinal: El extracto de la corteza presenta actividad antifúngica, antibacteriana y antiviral y aumenta la actividad de la tripsina, y el extracto de las hojas es antiséptico y anestésico.<sup>3</sup>
  - Inhalaciones del vapor de agua hirviendo con gotas de aceite esencial para combatir la tos y la irritación respiratoria.
  - Dilución de 10 mL de aceite en 25 mL de aceite de almendras aplicada en forma de masaje contra cólicos abdominales.
  - Compresas con tintura para aliviar dolores artríticos y reumáticos.
  - Decocción de la corteza para eliminar alteraciones digestivas.
  - Infusión para enjuagues bucales, contra diarrea, problemas estomacales y flatulencia.

---

<sup>1</sup> ÁLVAREZ, Francisco. *Nuevos elementos de la química, aplicada a la medicina y a las artes, redactados con arreglo a las últimas ediciones de los tratados de fila, Thénard, Dumas, & c.* p. 335.

<sup>2</sup> GARRITZ, Andoni. *Tú y la química.* p. 445.

<sup>3</sup> FONNEGRA, Ramiro. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia.* p. 76.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Oleorresinas**

Las oleorresinas son extractos de materia prima vegetal, que se obtienen por tratamiento de la materia prima, ya sea fresca o seca, con solventes. Los solventes empleados son eliminados casi completamente por procesos de destilación al vacío, destilación azeotrópica, o ambas. Las oleorresinas tienen uso en las industrias de alimentos y de farmacéuticos, sustituyendo las plantas secas o las tinturas. Contienen los aceites esenciales, los aceites fijos, los colorantes, los taninos y los principios activos de la planta.

El producto resultante de la extracción, y posterior destilación, es un líquido que contiene una mezcla de los compuestos volátiles y no volátiles de la materia prima. Las oleorresinas son muy viscosas y coloreadas y se usan en concentraciones muy bajas, menor al 10 % con respecto a la especie de donde se extraen. Estas reproducen el carácter de su materia prima con mucha mayor plenitud que los aceites esenciales.

Las ventajas que tienen las oleorresinas son: la facilidad de dosificación, la posibilidad de homogeneizar la calidad, la carencia de problemas por contaminación y por ende una mayor estabilidad. Respecto a los aceites esenciales, algunas veces suelen preferirse por ser más estables a temperaturas altas y por contener no solamente los componentes volátiles de la planta, sino también, los otros compuestos que hacen el sabor, textura, pungencia, solubilidad, acorde a sus características organolépticas.

### **2.1.1. Clasificación de las oleorresinas**

Las oleorresinas son líquidos consistentes en aceites esenciales, materias resinosas y ácidos grasos. Pueden dividirse en dos grandes grupos (Deulofeu, 2006):

- Las que se preparan con especias y hierbas por extracción con disolventes volátiles: dentro de esta categoría se encuentran las oleorresinas de especias.
- Las que se preparan a partir de cualquier parte odorífera de la planta, exceptuadas las flores, cuyo empleo principal es la perfumería.

Las oleorresinas de especias corresponden enteramente a la primera categoría de oleorresinas, hay que distinguirlas de las llamadas acuarresinas, que se preparan por extracción con alcohol acuoso y no con disolventes, aunque hay cierta superposición en las aplicaciones de ambas.

### **2.1.2. Concretos y absolutos**

Extractos de una planta aromática obtenido por medio de un solvente no polar (hexano, éter de petróleo, acetona, acetato de etilo y n-butanol) o etanol y su posterior destilación.

### **2.1.2.1. Concretos**

El resultado de la extracción suele ser un producto semisólido, pastoso, conteniendo no solamente la porción aromática de la planta sino también productos oleosos, cerosos, clorofila, pigmentos, resinas, entre otras. Estos tipos de extractos suelen llamarse oleorresinas por el hecho de contener todos los componentes oleosos o liposolubles de la planta de origen.

### **2.1.2.2. Absolutos**

El absoluto se obtiene de un concreto, este se redissuelve en etanol a temperatura ambiente. Quedará una parte insoluble en el etanol, que se denomina resinoide, y una parte soluble que se separa por filtración, la que después de eliminarle el etanol se denomina absoluto. La cantidad de aceite graso presente depende de la materia prima, así como del tipo de solvente utilizado.

### **2.1.3. Usos de las oleorresinas**

Las oleorresinas tienen un amplio uso en la industria de alimentos y de medicamentos sustituyendo las plantas secas o las tinturas. Se emplean en la coloración de productos lácteos, principalmente en mantequillas, margarinas y quesos; en productos de panadería y mezclado con el colorante bixina para la coloración de confituras, helados y pudines. También se utiliza industrialmente como saporífero de salsas curry, en curtidos, salsas y condimentos, en sopas y purés instantáneos; en la coloración de la mostaza, en helados de vainilla y en *yogurts*.



#### **2.1.4. Ventajas en el uso de oleorresinas**

Las oleorresinas, como ya se ha mencionado anteriormente, son utilizadas ampliamente en la industria alimenticia y farmacéutica. A continuación se describen las ventajas que representa el uso de estas en la producción de alimentos y medicamentos:

- Cumplimiento de las regulaciones: sus bases legales están reguladas por la Food and Drug Administration (FDA) y están en la clasificación de Generally Recognized as Safe (GRAS), que permite la libre adición de la oleorresina dentro de las formulaciones de los productos alimenticios.
- Dilución: puede ser diluida hasta obtener la concentración deseada con el fin de adecuarse a las necesidades del producto final.
- Economía: se pueden reemplazar grandes cantidades de materia prima por pequeñas cantidades de oleorresina, que cumplirán efectivamente con los requerimientos del producto.
- Esterilidad: no presenta contaminación microbiana, por su bajo contenido de agua.
- Facilidad: el uso de una oleorresina permite mayor control de calidad, y procesos más limpios que con el uso de la materia prima vegetal.
- Natural: es un producto totalmente natural libre de residuos de solventes y pesticidas.
- Pureza: son productos libres de impurezas y materia extraña.
- Uniformidad: los ingredientes activos que brindan el color, sabor y propiedades físicas son estandarizados.
- Vida de anaquel: su alta concentración y la ausencia de agua, le permiten tener mayor vida por su baja probabilidad de degradación por oxidación o pérdida de sabor, y se elimina el deterioro por plagas y microbios.

## **2.2. Proceso de extracción de oleoresina**

Este se da por el fenómeno de lixiviación; a continuación se presenta, además de la definición de este proceso, su aplicación a nivel industrial y la metodología de extracción.

### **2.2.1. Lixiviación**

“La lixiviación es la disolución preferente de uno o más componentes de una mezcla sólida por contacto con un disolvente líquido.” (Treybal, 1988 p. 792). El constituyente soluble puede ser sólido o líquido y estar incorporado, combinado químicamente o adsorbido, o bien mantenido mecánicamente, en la estructura porosa del material insoluble. El sólido insoluble puede ser másico y poroso; con mayor frecuencia es de partículas y estas últimas pueden ser poros abiertos, de celdas, con paredes celulares selectivamente permeables o con superficies activadas.

Los equipos de lixiviación se distinguen por el ciclo de operación (intermitente, continuo o intermitente de cargas múltiples), por la dirección de las diferentes corrientes (concurrente, a contracorriente o flujo híbrido), por el número de etapas (una única etapa, etapas múltiples o etapa diferencial) y por el método de contacto (percolación por pulverización, percolación por inmersión o dispersión de sólidos).

Es a través de la clasificación mediante el tipo de contacto la que proporciona las dos categorías principales en las que se divide el equipo de lixiviación: los que realizan la lixiviación por percolación y aquellos en que las partículas sólidas se dispersan en un líquido y, posteriormente, se separan de él. En cada una de esas clases existen unidades continuas y por cargas.

### **2.2.1.1. Aplicaciones de la lixiviación**

En la industria de procesos alimenticios y biológicos, muchos productos se separan de su estructura natural original por medio de una lixiviación sólido-líquido, por ejemplo, la lixiviación de azúcar de las remolachas con agua caliente. En la producción de aceites vegetales, se emplean disolventes orgánicos como hexano, acetona, alcohol y éter. En la industria farmacéutica se obtiene una gran diversidad de productos por lixiviación de raíces, hojas y tallos de plantas. En la producción de café instantáneo soluble, el café tostado y molido se somete a una lixiviación con agua pura. El té soluble se fabrica por lixiviación de hojas de té con agua. El tanino se extrae de las cortezas de árboles por lixiviación con agua.

En la industria metalúrgica, los metales útiles suelen encontrarse en mezclas con grandes cantidades de constituyentes indeseables, y la lixiviación permite extraerlos en forma de sales solubles. Las sales de cobre se disuelven o se lixivian de los minerales molidos que contienen otras sustancias por medio de soluciones de ácido sulfúrico o soluciones amoniacales. Las sales de cobalto y níquel se lixivian de sus minerales con mezclas de ácido sulfúrico-amoniaco-oxígeno. La lixiviación de oro a partir de sus minerales, se basa en el uso de una solución acuosa de cianuro de sodio.

### **2.2.2. Preparación de la materia prima**

“El éxito de una lixiviación y la técnica a utilizar dependen con mucha frecuencia de cualquier tratamiento anterior que se le pueda dar al sólido.” (Treybal, 1988 p.793).

La lixiviación comprende las operaciones de secado, molienda, extracción, concentración y purificación. Se utiliza como materia prima el material vegetal el cual se seca y se selecciona para eliminar las impurezas. En esta operación se separan manualmente los materiales extraños como pedazos de madera, de metal o materiales de otra naturaleza. La tierra, la arena y el polvo muy fino son separados por medio de tamices.

#### **2.2.2.1. Secado**

Consiste en disminuir el contenido de humedad de la materia prima 80 % a menos de 10 %. El efecto del secado radica en que interrumpe los procesos de degradación, causados por enzimas o fermentos, impide el desarrollo de microorganismos y las reacciones de oxidación y de hidrólisis. Rompe la pared de las células, facilitando el acceso del solvente al interior de la estructura del sólido. También favorece un contacto más efectivo entre el solvente y el material orgánico, pues al romperse la pared celular se maximiza el área de transferencia de masa que proporciona un mejor fluido interfacial.

#### **2.2.2.2. Molienda**

El proceso de la lixiviación estará favorecido por el aumento de la superficie por unidad de volumen de sólidos que se deben lixiviar y por la disminución de las distancias, en sentido radial, que se deben atravesar al interior de los sólidos, y la disminución del tamaño de las partículas contribuye a ambas cosas. Por otra parte, los sólidos finos provocan una velocidad lenta de percolación, dificultan la separación de sólidos y producen un sólido de mala calidad. Estas características establecen las bases para un tamaño óptimo de partículas.

En la molienda a que es sometida la especia se rompen las paredes o membranas celulares, para que en el proceso de maceración se facilite la disolución de todas las propiedades de la especia en el líquido externo. El tamaño de partícula se establece experimentalmente para cada especia procesada, teniendo en cuenta la naturaleza del solvente y el equipo empleado para la extracción.

### **2.2.2.3. Análisis granulométrico**

Análisis de tamaño de partículas que se realizan en un equipo que consiste en una pila vertical de tamices, en los cuales se cuela el sólido objetivo agitando el mismo durante un tiempo estipulado por la norma. Luego se van separando las fases obtenidas por tamaño y se pesan, se han diseñado dos tipos de análisis de tamaño de partícula conocidos como método integral o acumulativo y el diferencial.

**Figura 1. Tamizadora**



Fuente: Sección Aglomerantes, CII/USAC.

### **2.2.3. Variables del proceso extractivo**

Las variables que actúan en el proceso de extracción, independientemente de la escala de producción o del producto final, son: tamaño de partícula, temperatura, pH, naturaleza del solvente, método de extracción de oleorresina y tiempo de extracción.

#### **2.2.3.1. Tamaño de partícula**

La eficiencia del proceso extractivo tiene relación con el tamaño de partícula de la materia prima vegetal, el rendimiento es mucho mayor cuanto menor sea el tamaño de las partículas, ya que así se aumenta el área de contacto entre el soluto y el solvente, y se disminuye el recorrido de difusión del solvente en la materia prima.

La presencia de partículas muy finas dificulta los procesos de percolación, pues se presenta compactación y formación de falsas vías, y los procesos de maceración, en donde las partículas pasan al extracto, haciendo necesaria la realización de la etapa adicional de filtración, la cual no siempre es de fácil ejecución. El tamaño de partícula óptimo para la lixiviación se determina experimentalmente.

#### **2.2.3.2. Temperatura**

La disolución de las sustancias extraíbles es facilitada por el aumento de la temperatura; ya que a mayor temperatura la viscosidad del extracto disminuye y se aumenta la solubilidad de este en el solvente, la temperatura contribuye al desplazamiento de la constante de equilibrio de saturación y aumenta la eficiencia del proceso. Sin embargo, muchos principios activos son

termolábiles y pueden ser destruidos, total o parcialmente, a temperaturas elevadas. El aumento de la temperatura también puede causar la pérdida de sustancias volátiles, como por ejemplo, los componentes de aceites esenciales.

#### **2.2.3.3. pH**

El pH influye en la solubilidad de diversos compuestos, ya que permite la posibilidad de formación de sales. La obtención de alcaloides constituye un ejemplo clásico de la influencia del pH en el proceso de extracción.

#### **2.2.3.4. Agitación**

La eficiencia del proceso extractivo es función del equilibrio de saturación del solvente. La agitación hace que nuevas cantidades de solvente, pobre en las sustancias extraíbles, entren en contacto con el sólido y un nuevo punto de equilibrio de saturación sea alcanzado.

#### **2.2.3.5. Naturaleza del solvente**

Dependiendo de la finalidad deseada, el solvente utilizado extrae, selectivamente o no, cierta clase de compuestos. Entre los solventes generales, los más utilizados son los alcoholes alifáticos de hasta tres carbonos o mezclas de éstos con el agua. Estos solventes logran extraer la gran mayoría de las sustancias naturales de interés como los alcaloides, los flavonoides, los glicósidos cardiotónicos y los terpenos. Debido a su poder extractivo, estos solventes son los indicados para los casos en que los constituyentes activos de las plantas no son bien conocidos, siendo necesario agotar completamente la materia prima.

El alcohol etílico y sus mezclas con agua es el solvente por excelencia para la obtención de extractos y tinturas. Cuando no existen estudios específicos, se recomienda utilizar la mezcla de alcohol: agua 7:3 u 8:2 para la extracción de las partes leñosas de la planta, raíces y semillas, mientras la proporción de 1:1 es recomendada para extraer las hojas o las partes aéreas verdes, ya que en esta concentración se evita la extracción de la clorofila y de las sustancias polimerizadas o resinoides, que posteriormente complicarán las siguientes etapas de purificación, ya que presenta precipitados viscosos.

La penetración del solvente en la célula induce un momento dipolar en las moléculas de los compuestos que van a ser extraídos. De esta manera, las sustancias extraíbles se adhieren a las moléculas del solvente. La capacidad de asociación puede expresarse en términos de la constante dieléctrica. Cuanto más polar sea un solvente mayor será su respectiva constante dieléctrica. Compuestos ionizables o altamente polares se disuelven en solventes de elevada constante dieléctrica; al igual que compuestos apolares, se disolverán en solventes de baja constante dieléctrica.

En el proceso de selección de un solvente determinado, es necesario considerar aspectos relacionados con la selectividad, la facilidad de manipulación, el precio, la seguridad y los riesgos en cuanto a una posible contaminación ambiental, siendo el aspecto más importante el grado de toxicidad del solvente.

#### **2.2.3.6. Tiempo de extracción**

El tiempo de extracción se determina experimentalmente en función del solvente y del equipo seleccionado. Esta variable es resultante de todos los factores mencionados previamente. El tiempo de extracción debe ser suficiente



para permitir la separación de los compuestos de interés, aunque se debe prestar cuidado para que no sea excesivo, ya que si se prolonga demasiado este tiempo de extracción, no influye en el proceso negativamente, pero sí influye en los costos del consumo de energía y de mano de obra no necesaria, lo que acarrea un encarecimiento del proceso industrial.

#### **2.2.4. Métodos de extracción**

Los procesos de extracción varían en función de la naturaleza y calidad de la materia prima, de la naturaleza del solvente y de la escala de producción. Los procesos de extracción pueden ser divididos en dos grupos:

- Procesos que dan como resultado un equilibrio de la concentración entre el soluto y el residuo.
- Procesos que agotan completamente la materia prima.

Los procesos que dan como resultado un equilibrio de la concentración son la maceración estática y la maceración dinámica con o sin reflujo. Los procesos que agotan completamente la materia prima son: la percolación, la re-percolación y la extracción por técnica Soxhlet.

##### **2.2.4.1. Técnica Soxhlet**

Método de extracción sólido-líquido que hace uso del extractor Soxhlet, es conocido como el método de referencia, porque agota la materia prima, las cuatro partes o unidades principales del extractor son: condensador, cámara de extracción, balón de fondo plano y dedal; adicionalmente se necesitan mangueras y plancha de calentamiento.

Para realizar una extracción Soxhlet se coloca la materia prima en el dedal de celulosa, el cual se deposita en la cámara de extracción y se adapta al balón que contiene el solvente, cuando este solvente llega 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 para mantener una temperatura inferior a 15 °C. El vapor de solvente llegará al condensador; por el choque térmico este cambia de estado gaseoso a líquido y cae a la muestra de materia prima en forma de gota. La cámara de extracción se llena con el solvente que ha sido condensado hasta que alcance la altura del sifón en el extractor, luego el solvente con el extracto vuelve al matraz para empezar nuevamente el ciclo de extracción.

Figura 2. **Equipo de extracción Soxhlet**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE), CII/USAC.

#### **2.2.4.2. Percolación**

Consiste en hacer pasar el solvente a través de la materia prima vegetal, hasta su completa extracción. Se utiliza una etapa preliminar de humedecimiento de la especie, para facilitar el paso del solvente, aumentando el contacto, evitando la formación de falsas vías que perjudican la eficiencia del proceso.

#### **2.2.4.3. Maceración**

Consiste en poner en contacto la materia prima previamente tratada en contacto directo con el solvente durante cierto tiempo. A partir de este método se derivan los siguientes métodos:

- Maceración estática
- Maceración dinámica
- Maceración estática con reflujo
- Maceración dinámica con reflujo

Cuando se refiere a maceración estática quiere decir que la solución se encuentra en reposo, y maceración dinámica quiere decir que la solución se mantiene en agitación constante. Los métodos de maceración, ya sea estática o dinámica, con reflujo, corresponden a que se llevará la solución a su punto de ebullición y luego este vapor será condensado.

La maceración dinámica con reflujo como se mencionó anteriormente, en este método se coloca la materia prima en contacto directo con el solvente en un balón de fondo plano, el cual es acoplado a un condensador, esta solución puede tratarse a temperatura ambiente si el solvente es volátil o elevarla hasta

su punto de ebullición. El equipo utilizado a escala laboratorio es: un balón, un condensador, una plancha de calentamiento y agitación, un soporte, mangueras y el sistema de recirculación.

Figura 3. **Equipo de extracción: maceración dinámica con reflujo**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), CII/USAC.

La ventaja del método maceración dinámica con reflujo es que es un proceso más eficiente en comparación con la maceración estática y permite realizar la extracción utilizando solventes que son volátiles y tóxicos.

### **2.3. Evaluación fisicoquímica de las oleorresinas**

El análisis químico de los extractos de plantas es muy importante en el control de la calidad, incluyendo método cromatográfico. La calidad del extracto puede ser dada como una huella digital en el cromatograma en el caso de que los componentes principales no sean conocidos o demasiados complejos. Entre las propiedades físicas que se analizan están: la gravedad específica, el índice de refracción, solubilidad, entre otros.

### **2.3.1. Cromatografía**

La cromatografía es una técnica de separación extraordinariamente versátil que presenta distintas variantes. En toda separación cromatográfica hay dos fases (sólida, líquida o gas) una móvil y otra estacionaria, que se mueven una con respecto a la otra manteniendo un contacto íntimo. La muestra se introduce en la fase estacionaria y la móvil. Los componentes de la mezcla a separar invierten un tiempo diferente en recorrer cada una de las fases, con lo que se produce la separación. Si un componente está la mayor parte del tiempo en la fase móvil el producto se mueve rápidamente, mientras que si se encuentra la mayor parte en la fase estacionaria, el producto queda retenido y su salida es más lenta.

#### **2.3.1.1. Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)**

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*, 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.

#### **2.3.1.2. Cromatografía en capa fina**

Consiste en la separación de los componentes de una mezcla a través de la migración diferencial sobre la 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, etc.) 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.

#### **2.3.1.2.1. Cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas (GC-MS)**

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

Una mezcla de compuestos inyectada en el cromatógrafo de gases se separa en la columna cromatográfica obteniendo la elución sucesiva de los componentes individuales aislados que pasan inmediatamente al espectrómetro de masas. Cada uno de estos componentes se registra en forma de pico cromatográfico y se identifica mediante su respectivo espectro de masas.

En este proceso, el espectrómetro de masas, además de proporcionar los espectros, actúa como detector cromatográfico al registrar la corriente iónica total generada en la fuente iónica, cuya representación gráfica constituye el cromatograma o TIC (*total ion current*). En efecto, la corriente iónica generada por todos los iones da lugar a un pico gaussiano de área proporcional a la concentración del compuesto detectado.

#### 2.4. Canela

Árbol modesto que mide de 3 a 10 metros de alto, con la corteza lisa y color pardo anaranjado. Las hojas son ovadoblargas, de color verde amarillo de hasta 18 cm de longitud, brillantes y con una fina retícula por el envés. Las flores son blancas o amarillas y emanan una intensa fragancia.

Figura 4. **Árbol canelo, hoja y corteza de canela deshidratadas**



Fuente: San Antonio, Suchitepéquez.

Es una planta propia de los bosques tropicales y de ambientes húmedos y lluviosos. El canelo tiene en las selvas tropicales del sur de India y Sri Lanka su origen natural, pero actualmente se cultiva extensamente desde Filipinas a Sudamérica, del árbol se aprovecha la corteza interior, obtenida tras raspar la corteza exterior fermentada.

#### **2.4.1. Información botánica**

- División: Angiospermas
- Clase: Dicotiledóneas
- Subclase: Archichlamydae
- Orden: Magnoliales
- Suborden: Lauraceae
- Familia: Lauraceae
- Género: Cinnamomum.

#### **2.4.2. Composición química**

- Ácidos: ascórbico, palmítico p-cumérico (corteza).
- Terpenos: alfa-pineno, alfa-terpineno, alfa-ylangeno, beta-pineno camfeo, cariofileno, limoneno, linalol (corteza).
- Cumarinas (corteza).
- Aceite esencial rico en benzaldehído (planta), eugenol, farnesol, gamma-terpineol, geraniol, isoeugeneol, cariofileno, 3-fenilpropenal (aldehído cinámico) corteza.
- Furfural, alcanfor, fibra y mucílagos (corteza).
- Taninos (planta).
- Sacarosa y vainilla.



- Minerales: boro, calcio, cinc, cloro, cobre, cobalto, cromo, estroncio, fósforo, hierro, manganeso, níquel, plomo, potasio, sodio, yodo (corteza).
- Vitaminas: vitamina C, niacina, tiamina.

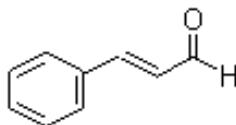
### 2.4.3. Principios activos

Los principales componentes presentes en el extracto de canela son: cinamaldehído, eugenol, éster cinámico acético, ácido cinámico, linalol, beta cariofileno y metil chavicol, taninos, pectina, pentosano, oxalato de calcio y metil acetona.

#### 2.4.3.1. Cinamaldehído

El nombre IUPAC es 3-fenil-2-propenal, tiene número de CAS de 14371-10-9, su fórmula química es  $C_9H_8O$ . Es un líquido aceitoso de color de amarillo a verde, con olor penetrante a canela. Su punto de ebullición de 253 °C a 760 mm Hg. Su punto de fusión es igual a -7,5 °C. Su densidad relativa se encuentra entre 1,048 y 1,052 a 25 °C. Su solubilidad en agua es igual a 1,42 x 10<sup>3</sup> mg/L a 25°C. Es soluble en éter, cloroformo, alcoholes y aceites, pero insoluble en éter de petróleo. Tiene una presión de vapor de 1 mm Hg a 76 °C.

Figura 5. Estructura química de cinamaldehído

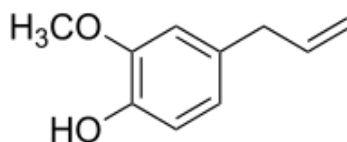


Fuente: ficha técnica aldehído cinámico.

#### 2.4.3.2. Eugenol

El nombre IUPAC es 4-alil-2-metoxifenol, su número de CAS es 97-53-0 cuya fórmula química es  $C_{10}H_{12}O_2$ . El Eugenol es un miembro de los compuestos de la clase alilbencenos. Es un líquido oleoso de color amarillo pálido extraído de ciertos aceites esenciales, especialmente del clavo de olor, la nuez moscada y la canela. Es difícilmente soluble en agua y soluble en solventes orgánicos. Tiene un agradable olor a clavo.

Figura 6. Estructura química de eugenol



Fuente: ficha técnica eugenol.

#### 2.4.4. Actividad farmacológica y biológica

Las propiedades principales de la canela son: aperitiva, digestiva, carminativa, calorífica, estimulante, antiviral, antiespasmódica, antiséptica, emenagoga, astringente y afrodisiaca. Se ha utilizado para acabar con la fiebre, mejorar la respiración y evitar las náuseas, se ha demostrado que la canela destaca por su fuerte efecto como estimulante calorífico, indicado contra resfríos, gripe y bronquitis, pero muy especialmente como estimulante de apetito. Su fuerza como tónico digestivo lo hace útil para afrontar los efectos de una mala digestión como las náuseas, los vómitos y las diarreas. La canela tiene un ligero efecto astringente, sobre todo a nivel externo y se ha indicado en problemas dentales y otitis.

## **2.4.5. Usos**

Por las propiedades de la canela, ésta puede ser utilizada en las siguientes industrias: cosmética, farmacéutica y alimenticia, así como en la medicina tradicional.

### **2.4.5.1. Cosmética y farmacéutica**

El extracto de canela es frecuentemente usado como carminativos o tónicos en preparaciones cosméticas y farmacéuticas y productos de limpieza bucal. El extracto de las hojas de canela se usa como componente de la fragancia de jabones, detergentes, cremas, lociones y perfumes.

### **2.4.5.2. Alimenticia**

Como especia se utiliza abundantemente en la cocina para pastas, pasteles, compotas, arroz, carne, ensaladas de frutas y verduras, frutas cocidas y asadas. También se utiliza su aceite esencial para la conservación de alimentos y su riqueza en aromas para dar sabor y olor a numerosos preparados, refrescos como colas, chicles y numerosas bebidas alcohólicas.

### **2.4.5.3. Medicina tradicional**

Se han utilizado notablemente para el tratamiento de resfríos, reumatismo, dolores abdominales y de pecho, problemas renales, hipertensión, desordenes femeninos y cáncer.

## **2.5. Tecnología e ingeniería alimentaria de la galleta de harina de trigo**

A continuación se presenta definición e información nutricional de materia prima utilizada para la elaboración de galletas, el procedimiento y posterior análisis sensorial y microbiológico.

### **2.5.1. Trigo**

Los cereales son una especie vegetal perteneciente a la familia de las gramíneas; los más cultivados son el trigo, maíz, arroz, cebada, avena y sorgo.

El trigo es, desde la prehistoria el más importante de los cereales, debido a su adaptación a todo tipo de terreno y a diferentes climas. Actualmente se cultivan cerca de diez especies del género *Triticum*, pero solo dos de estas presentan interés desde el punto de vista comercial: *Triticum vulgare* y *Triticum durum*.

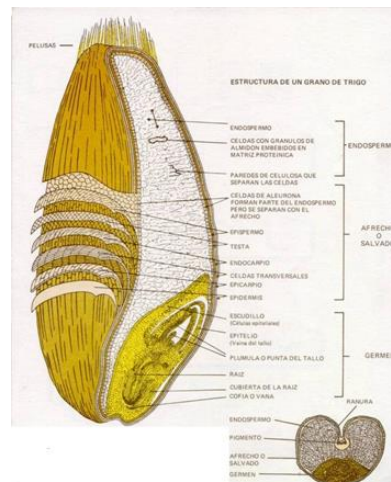
El *Triticum vulgare* se muele con el fin de producir una harina, que se emplea para la confección de pan, tortas, galletas o productos similares. El trigo duro o *Triticum durum* tiene un color ambarino, cariósida alargada y vítrea a la sección, se emplea para la producción de pan y pastas alimenticias.

### **2.5.2. La cariósida**

Está dotada de una estructura notablemente compleja, con la forma de una nuez alargada, una única semilla de 6 a 8 mm de largo y de 2 a 4 mm de ancho. La cariósida está constituida por varias partes:

- La envoltura (pericarpio y espermodermo), capa celular y capa aleurónica, que contribuyen todas a formar el salvado: 7,8 al 8,6 % del peso de la carióspside.
- Endospermo (almidón y proteínas) del 87 al 89 %.
- Embrión con escutelo; del 2,8 al 3,5 %.

Figura 7. **Carióspside del trigo**



Fuente: DELCOUR (2010). *Principles of cereal science and technology*, p. 128.

### 2.5.2.1. **Envoltura**

Salvaguarda al embrión, siendo la sustancia nutritiva de este, necesaria en el primer período de la germinación. Pueden considerarse constituidas por tres grupos de estratos, puestos el uno sobre el otro, que han tomado el nombre de pericarpio, espermodermo y capa celular (perisdermo).

- **Pericarpio:** constituye la envoltura externa del fruto y está formado por varias capas de células, siendo el epicarpio la más externa y está compuesta por tres estratos de células que reciben el nombre de: intermedia, cruzada y tubular, siendo la tubular la capa más interna del pericarpio.
- **Espermodermo:** envoltura que sirve para proteger a la propia semilla y su función es de la máxima importancia porque de su eficacia depende la defensa del embrión así como del endospermo. Está constituido por dos capas de células alargadas, en gran parte sustancias de naturaleza celulósica y de sales.
- **Perisdermo:** separa la última capa de espermodermo de la capa de células de aleurona, tiene un carácter fundamentalmente celulósico.

#### **2.5.2.2. Endospermo**

Es la capa más importante en cuestión a alimentación, se encuentra en el interior de las envolturas, está constituida por dos partes, la capa aleurónica, más externa y el endospermo amilífero, situado debajo, y su composición es tan diversa como su estructura:

- **Estrato aleurónico:** constituyen una región del grano ricas en proteínas, grasa, sustancias minerales, vitaminas y enzimas, por lo que tiene un valor alimenticio muy elevado. Contenido que es perdido en el proceso de molienda aunque actualmente se están realizando estudios para restituir a la harina el poder nutritivo.
- **Endospermo amilífero:** llamado también rênquima almidón-glutínico, forma la parte mayor del grano, alrededor del 80-85 % de la cariósida. Es menos rico en proteínas, grasas, sustancias minerales, vitaminas y

enzimas que el embrión y el estrato aleurónico, pero es tal vez, la única parte que contiene almidón.

### **2.5.2.3. Embrión**

Está colocado en la base de la semilla y constituye el aparato germinativo del grano; puede ser considerado como una planta en miniatura completa en todas sus partes, pronta a desarrollarse apenas se produzcan las condiciones apropiadas.

El germen se puede considerar compuesto por dos partes principales: eje embrionario, que está constituido por una rudimentaria raíz y un brote, y el revestimiento externo o escutelo, que está constituido por una capa epitelial y contiene sustancias nutritivas acumuladas durante la maduración.

### **2.5.3. Composición química del trigo**

El contenido de agua del trigo es muy variable y depende del clima y del ambiente donde se ha cultivado: es posible que tenga un mínimo de 8 % en granos cultivados en zonas o climas secos y un máximo de 17-18 % en granos producidos en zonas de clima particularmente húmedo. El 72 % del peso de la cariósida del trigo está constituido por carbohidratos o glúcidos, a su vez formados por 60-68 % de almidón, el 6,5 % de pentosas, el 2-2,5 % de celulosa y el 1,5 % de azúcares reductores.

El contenido proteico del grano, referido al contenido de nitrógeno total oscila de un mínimo del 7 % y un máximo de 18 %. Los lípidos entran sólo en pequeños porcentajes en la composición química del trigo (1,5-2 %) y están localizados principalmente en el germen. Los componentes lipídicos más

importantes son los glicéridos, los fosfolípidos y los esteroides (sitosterol y campisterol); el germen es particularmente rico en tocoferol, que toma comúnmente el nombre de la vitamina E.

La mayor parte de las sustancias inorgánicas del trigo se encuentran en el salvado y en la capa aleurónica, su cantidad oscila entre 1,5 y 2 %. El trigo contiene cantidades apreciables de ciertas vitaminas tales como la tiamina (B1), la riboflavina (B2), la niacina, el ácido pantoténico, el ácido fólico, la biotina, la colina, el inositol, los tocoferoles y la xantofila, precursores de vitamina A.

#### **2.5.4. Características nutricionales del trigo**

El grano maduro del trigo está formado por carbohidratos, proteínas: albúmina, globulina, prolamina, y gluteínas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooléico, oleico y linoléico), minerales (potasio, fósforo, selenio y cloro), además de vitaminas del complejo B.

El trigo se usa, fundamentalmente, en la fabricación de derivados de panificación, debido a que, durante su fermentación, se produce esponjamiento, esta capacidad de esponjamiento se debe principalmente a las proteínas. Los azúcares al fermentar producen anhídrido carbónico que hace aumentar el volumen. La harina de trigo contiene entre el 10 y 12% de proteínas.

El gluten está formado por las proteínas gluteninas y gliadinas, es el responsable de las propiedades de cohesividad y viscosidad de la masa de panificación. Las gliadinas forman los enlaces disulfuro intramoleculares, y las gluteninas los intermoleculares para crear la red. Los principales aminoácidos del gluten son la prolina y la glutamina.



Tanto las gliadinas como las gluteninas contienen una cantidad muy baja de lisina. La gliadina es la porción del trigo que provoca enfermedad celíaca, al atrofiar las vellosidades del intestino delgado. El trigo, como todos los cereales, es deficiente en lisina, histidina, metionina, treonina y triptófano.

### 2.5.5. Harina de trigo

La harina es la materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias, entre otros. Se obtiene por molturación del trigo limpio, esta es suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños de rancidez, moho, acidez, amargo o dulzor. Presenta una apariencia uniforme, sin puntos negros, libre de defectos, de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales.

Tabla I. **Composición media de la harina de trigo**

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Humedad	11–14
Hidratos de carbono	74–76
Proteínas	9–11
Grasas	1–2
Sales	1,5–2

Fuente: MADRID (2010). *Manual de industrias alimentarias*. p. 470.

La fabricación de harina tiene una doble finalidad: triturar el trigo limpio y temperado y separar la corteza exterior del endospermo interno en una gran variedad de formas, que son adecuadas a los deseos de los consumidores. En el proceso de molienda se toma en cuenta la palatabilidad, considerando los

distintos usos que se le pueden dar a las harinas: para hacer pasteles, para rebozar o para otros usos culinarios.

Las operaciones, que van desde la recepción del trigo en la fábrica hasta la utilización de la harina, comprenden tres grandes etapas sucesivas:

- Limpieza del trigo y su preparación para la molienda
- Molienda del grano para obtener la harina y los subproductos
- Mezclado, envasado y almacenamiento de la harina

Desde el punto de vista comercial, las harinas se clasifican en:

- Harina enriquecida: se le ha adicionado algún producto que eleve su valor nutritivo.
- Harina acondicionada: mediante tratamientos físicos o adición de ciertos productos es mejorada en características organolépticas y plásticas.
- Harina mezclada: resultado de mezcla de harinas de diferentes cereales.
- Harina integral: obtenida por la trituración del cereal, sin separación de ninguna parte del mismo.
- Sémolas: productos procedentes de la molturación de los cereales, limpios, libres de restos de sus tegumentos y germen, se clasifican a su vez en: sémola gruesa ( $\varnothing > 0,6$  mm), sémola fina ( $0,4$  mm  $< \varnothing < 0,6$  mm) y semolina ( $0,2$  mm  $< \varnothing < 0,4$  mm).
- Harina malteada: obtenidas a partir de cereales que hayan sufrido un malteado (tueste) previo, y se clasifican según el contenido en almidón soluble en agua.
- Harina dextrina: mediante tratamiento térmico o adición de una pequeña cantidad de ácido no perjudicial contienen dextrina.

### 2.5.6. Galleta

Producto alimenticio elaborado a base de una mezcla de harina, grasas comestibles y agua, con adición de azúcar, aromas, huevo, especias, entre otros, sometida a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, dando lugar a un producto caracterizado por su bajo contenido de humedad.

Las galletas se pueden clasificar en:

- Marías, tostadas y troqueladas: elaboradas a base de harinas, azúcares, y grasas comestibles, con o sin adición de otros productos alimenticios para su mejor enriquecimiento, formando una masa elástica a consecuencia del desarrollo del gluten.
- *Cracker* y de aperitivo: están elaborados con harina y grasas comestibles, generalmente sin azúcar, cuyas masas según sus características se pueden someter a una adecuada fermentación para conseguir su tradicional ligereza.
- Barquillos con o sin relleno: productos obtenidos de la cocción en planchas metálicas de pastas en estado líquido viscoso, formados por harina, féculas, glucosa y sal, susceptibles de adquirir diferentes formas: rectangulares, cilíndricas y abanicos.
- Bizcochos secos y blandos: elaborados con harina, azúcar y huevos, batidos a gran velocidad. La clasificación en secos y blandos obedece al mayor o menor porcentaje de humedad que contienen a la salida del horno.
- *Sandwiches*: conjunto de dos galletas tradicionales, a las que se adiciona entre ambas un relleno, consistente en una mezcla de azúcar, grasa y otros componentes alimenticios.

- Pastas blandas y duras: consiste en cremar adecuadamente todos los componentes (azúcar, grasa y otros productos alimenticios), se impide el desarrollo del gluten.
- Bañadas en aceite vegetal: se parten las galletas tradicionales, se someten a una dispersión o baño de aceite vegetal muy atomizado por su superficie e incluso por su parte inferior.
- Recubiertas de chocolate: cualquier tipo de galleta ya definida, cubierta de chocolate, pasta de cacao o mezcla de azúcar, gelatina y agua.
- Surtidos: conjunto de galletas de las diferentes especialidades que se elaboran agrupadas en un solo envase.

El valor calórico de las galletas es de 250 calorías por cada 100 g, con un contenido alto en hidratos de carbono (60-80 %), 7-15 % de grasa y 4-7 % de proteínas.

### **2.5.7. Elaboración de una galleta de harina de trigo**

La elaboración de la galleta se hace con masas ácidas constituida por cultivos mixtos de bacterias ácido-lácticas y levaduras que crecen de manera espontánea en los cereales. Estas bacterias fermentan los azúcares formando ácido acético, etanol, ácido láctico y dióxido de carbono dependiendo de la especie. Las levaduras también contribuyen a la formación de gas con la fermentación del azúcar a etanol y dióxido de carbono.

Los ácidos proporcionan al producto el sabor, mientras que los azúcares fermentables y la fracción de bacterias lácticas y levaduras, que son productoras de gas, son responsables de la porosidad y ligereza de la masa.

### **2.5.7.1. Agua**

El agua que se emplea en la industria de los productos horneados y en particular en la formación de la masa debe ser potable. Cuando se amasa la harina con la adecuada cantidad de agua, las proteínas gliadina y glutenina al mezclarse forman el gluten, unidas por un enlace covalente que finalmente será responsable del volumen de la masa. Las funciones del agua en panificación:

- Formación de la masa: el agua es el vehículo de transporte para que los ingredientes al mezclarse formen la masa. También hidrata el almidón que junto con gluten dan resultado la masa plástica, suave y elástica.
- Fermentación: para que las enzimas puedan actuar hace falta el agua para que puedan difundirse a través de la pared que rodea la célula de levadura. El agua es el que hace posible la propiedad de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.
- Efecto en el sabor y la frescura: el agua hace posible la porosidad y el buen sabor del pan.

### **2.5.7.2. Sal**

La sal de cocina o cloruro sódico constituye un elemento indispensable para la masa, las funciones de la sal en panificación son:

- Mejorar el sabor, fortalece el gluten, puesto que permite a la masa retener el agua y el dióxido de carbono.
- La sal controla o reduce la actividad de la levadura, ejerce una acción bactericida, no permite fermentaciones indeseables dentro de la masa.

- Las proporciones recomendables de sal a utilizar son: desde 1,5 % hasta 3,0 %.

### **2.5.7.3. Azúcares y endulzantes**

Los azúcares que están presentes en la masa de productos de panificación son de varios tipos: azúcares de constitución presentes en la harina, maltosa (derivado de la acción de la alfa-amilasa sobre el almidón de la harina), lactosa (precedente de la leche) y azúcares añadidos.

Los azúcares añadidos que se permiten en la industria galletera son: sacarosa, glucosa o dextrosa y maltosa, la sacarosa es la que se adiciona con más frecuencia a la masa. Las funciones de azúcar en la panificación son:

- Servir de alimento para la levadura, con la que forman anhídrido carbónico, que hace crecer la masa (esponjamiento).
- Ayudar a una rápida formación de la corteza de la galleta debido a la caramelización del azúcar, permitiendo que la temperatura del horno no ingrese directamente dentro de la galleta para que pueda cocinarse y también para evitar la pérdida del agua.

### **2.5.7.4. Grasas**

Las grasas son de las sustancias que con más frecuencia se emplean en pastelería y en la elaboración de productos de horno. Su empleo como mejorante de las características de las masas y como conservante, viene corroborado en numerosas investigaciones y depende de su propiedad emulsionante. Las funciones de la grasa en panificación son:

- Mejorar la apariencia, produciendo un efecto lubricante
- Aumentar el valor alimenticio (aumentan calorías)

#### **2.5.7.5. Aditivos alimenticios**

Cualquier sustancia que, normalmente no se consuma como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, y cuya adición intencionada a los productos alimenticios, con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento tenga, o pueda esperarse que tenga, directa o indirectamente, como resultado que el propio aditivo o sus subproductos se conviertan en un componente de dichos productos alimenticios.

Los aditivos se utilizan en los alimentos por varias razones: disponer de alimentos sanos, que no perjudiquen a la salud del consumidor, mantener o mejorar sus cualidades organolépticas y microbiológicas, y disponer de alimentos más económicos.

La clasificación general de los aditivos alimentarios puede ser:

- Sustancias que impiden las alteraciones químicas biológicas
- Sustancias estabilizadoras de las características físicas
- Sustancias correctoras de las cualidades plásticas
- Sustancias modificadoras de los caracteres organolépticos

Para este trabajo de graduación, como agentes modificadores de caracteres organolépticos, se utilizará la oleorresina de canela, que modificará el color, olor y sabor, tomando en cuenta su efecto saborizante. Y la levadura

como sustancias correctoras de cualidades plásticas, que mejora la panificación por ser un agente leudante.

La galleta se encuentra clasificado dentro del Codex Alimentarius en la categoría 07.2.1 referente a tortas, galletas y pasteles (p. ej., rellenos de fruta o crema). Los términos “*cracker* dulce” o “galleta dulce” utilizados en esta categoría se refieren a un producto tipo galleta que puede comerse como postre.

#### **2.5.8. Análisis sensorial**

El análisis sensorial es una ciencia en la cual se utilizan panelistas humanos que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído, para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. No existe otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial, resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como: desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos.

En el caso del olor, el órgano receptor (nariz) tiene una mucosa nasal que, a través del nervio olfativo, transmite los olores recibidos al centro de la corteza cerebral correspondiente la que por su parte, analiza la sensación correspondiente (agradable, desagradable, olor a fresa, limón o vainilla). En el caso del sabor, al introducir un alimento en la boca, las papilas del gusto que están situadas en la lengua, tienen terminaciones nerviosas muy sensibles, que en presencia de humedad suficiente, transmiten estímulos eléctricos al cerebro que son analizados e interpretados, produciéndonos la sensación correspondiente (dulce, ácido, amargo, entre otros).



### **2.5.8.1. Prueba de aceptación**

La escala hedónica, también conocida como pruebas de aceptación, se utiliza para evaluar la aceptación o rechazo de un producto determinado y aunque su realización pueda parecer rutinaria, el planteo es muy complejo y debe hacerse con rigor para obtener datos significativos.

El propio grupo de individuos es ya un punto a tener en cuenta ya que los consumidores (que siempre deben ser catadores inexpertos), pueden ser elegidos al azar o bien seleccionados por aspectos concretos: edad, sexo, capacidad económica, hábitos sociales o de consumo. A estos individuos se les puede abordar en la calle, citarlos en un estudio o sala donde se les hará la prueba, o darles el producto para que toda la familia lo ensaye en su propio domicilio y cada una de estas circunstancias definirá un tipo de comportamiento, que a su vez podrá ser influido por las explicaciones previas a la pregunta o preguntas clave de la prueba.

La evaluación hedónica se logra analizando los datos, las categorías se convierten en puntajes numéricos de 1 al 9, donde 1 representa disgusta muchísimo y 9 representa gusta muchísimo. Los puntajes numéricos para cada muestra, se tabulan y analizan utilizando análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas en el promedio de los puntajes asignados a las muestras.

Se determina que el producto es aceptable cuando los valores obtenidos al realizar la prueba son mayores al valor crítico medio de 6,5, el cual corresponde a el valor medio entre los primeros dos parámetros que indican gusto por el producto. Los panelistas marcan una categoría en la escala:

- Me gusta muchísimo: 9
- Me gusta mucho: 8
- Me gusta moderadamente: 7
- Me gusta un poco: 6
- Me es indiferente: 5
- Me disgusta un poco: 4
- Me disgusta moderadamente: 3
- Me disgusta mucho: 2
- Me disgusta muchísimo: 1

### **2.5.9. Análisis microbiológico en alimentos**

El examen microbiológico de los alimentos, y sus ingredientes, ayuda a valorar si son seguros para los consumidores, su estabilidad o vida útil en condiciones normales de almacenamiento, y el grado de higiene que se tuvo al elaborarlos. La carga microbiológica y el tipo de microorganismos son importantes para determinar si un producto y sus ingredientes satisfacen los estándares, especificaciones y lineamientos de aceptabilidad.

#### **2.5.9.1. Microorganismos**

Se conocen como microorganismos todos aquellos seres vivos, de tamaño diminuto, que no se pueden observar a simple vista. Suelen tener estructura unicelular, dadas sus reducidas dimensiones se utiliza como su unidad de medida la micra, que es la milésima parte de un milímetro.

Su importancia en los alimentos radica en su capacidad para producir enfermedades transmitidas por ellos y descomposición de los alimentos, y para producir alimentos e ingredientes alimentarios.

La clasificación comúnmente aceptada es la siguiente: bacterias, levaduras, mohos y virus. Las cuales se encuentran presentes en el aire, agua, suelo, plantas, animales, y su desarrollo, crecimiento y reproducción depende de ciertos factores, como son la posibilidad de encontrar en sustrato que les proporcionen los nutrientes necesarios (proteínas, hidratos, sales), temperaturas adecuadas y humedad suficiente.

- Bacterias: seres microscópicos, unicelulares, de 0,4 a 30 micras de tamaño, de diversas formas y que se reproducen por simple división. En los alimentos y bebidas se encuentran gran número de bacterias, destacando las siguientes: lácticas, coliformes, butíricas, propiónicas y productoras de putrefacción. Las cuales pueden ser tanto bacterias beneficiosas como perjudiciales.

Las bacterias coliformes pertenecen a la familia *enterobacteriaceae*, son bacilos de pequeña longitud, anaerobios facultativos, que se encuentran presentes en el intestino, estiércol, suelo, aguas fecales, plantas contaminadas. Transforman los azúcares en ácido láctico, anhídrido carbónico e hidrógeno, desprendiendo un olor y sabor desagradables. El más conocido es la *Escherichia coli* y su presencia en alimentos indica falta de higiene.

Las bacterias butíricas son muy corrientes en la naturaleza, presentándose en suelos, plantas y estiércol. La más conocida es *Clostridium botulinum*, produce botulismo, para evitar el riesgo de intoxicaciones de este tipo, las conservas y otros alimentos deben ser esterilizados por calor.

- Levaduras: son seres de mayores dimensiones que las bacterias, también unicelulares y con formas variables (esféricas, ovaladas, cilíndricas). Pueden tener de dos a incluso 100 micras de longitud y de 2 a 10 micras de diámetro. Los productos más comunes derivados del uso de levaduras son la cerveza, pan, enranciamiento de la margarina, alimentos en malas condiciones (pescado, carnes cocidas) y superficie de vinagre.
- Mohos: son organismos multicelulares, compuestos por células individuales que tienen las mismas características que las bacterias y levaduras. La formación de esporas es la forma más común de reproducción de los mohos, formándose cantidades enormes de ellas que son arrastradas por el viento y conducidas a cualquier rincón. Por ello en las industrias alimentarias se deben limpiar bien paredes, suelos, para evitar problemas con los mohos.

Entre los mohos más comunes en los alimentos destacan: *Aspergillus*, *Botrytis*, *Oidim*, *Rhizopus* y *Penicillium*.

- Virus: son estructuras que difícilmente se pueden catalogar, ya que no tienen metabolismo propio para desarrollarse a partir de un medio de cultivo por muy completo que sea en nutrientes. Necesitan infectar un ser viviente, es decir, células de plantas y animales. Sus dimensiones son muy reducidas (0,02 a 0,06 micras), de forma redonda oval y normalmente con pequeña cola que utilizan para penetrar en las células que infectan.

### **2.5.9.2. Factores que influyen en el crecimiento microbiano en los alimentos**

La capacidad de los microorganismos (excepto los virus) para crecer y multiplicarse en un alimento está determinada por el ambiente alimentario y el medio en el que se almacena el alimento. Los factores intrínsecos o ambiente alimentario incluyen nutrientes, factores de crecimiento e inhibidores o antimicrobianos, actividad del agua, pH y potencial de oxidación-reducción. Y los factores extrínsecos o medio en el que se almacena el alimento consisten en temperatura, humedad relativa y ambiente gaseoso.

- **Nutrientes:** el crecimiento microbiano se logra por la síntesis de componentes celulares y energía. Los nutrientes necesarios para este proceso se derivan del ambiente inmediato de una célula microbiana, y si la célula está creciendo en un alimento, éste suministra los nutrientes. Entre estos nutrientes se incluyen carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. El agua no se considera un nutriente, pero es esencial como medio para las reacciones bioquímicas necesarias para la síntesis de la masa celular y la energía.

En general, la carne es rica en proteínas, lípidos, minerales y vitaminas, pero pobre en carbohidratos. Los alimentos de fuentes vegetales son ricos en carbohidratos pero pueden ser fuentes pobres en proteínas, minerales y algunas vitaminas. Los requisitos nutricionales de los microorganismos varían mucho; las bacterias son las que requieren más, seguidas por las levaduras y los mohos.

- Factores de crecimiento e inhibidores: los alimentos también pueden tener algunos factores que estimulen el crecimiento o afecten en forma adversa el crecimiento de microorganismos. Estos factores pueden agregarse a materiales crudos durante el bioprocesamiento del alimento o al medio para aislar algunas bacterias exigentes de los alimentos.
- Actividad del agua ( $A_w$ ): es una medida de la disponibilidad del agua para las funciones biológicas y se relaciona con el agua libre, presente en un alimento. El  $A_w$  del alimento varia de casi 0,10 a 0,99, los valores de algunos grupos de alimentos son los siguientes: cereales, galletas, azúcar, sal, leche seca, 0,10 a 0,20; fideos, miel, chocolate, huevo seco, < 0,60; mermelada, jalea, fruta seca, queso parmesano, nueces, 0,60 a 0,85; embutidos fermentados, carne seca curada, leche condensada endulzada, miel de maple, 0,85 a 0,93: leche evaporada, pan, jugos de fruta, pescado salado, embutidos, queso procesado, 0,93 a 0,99.

En general, los valores mínimos de  $A_w$  para el crecimiento de los grupos microbianos son: la mayor parte de los mohos y levaduras son entre 0,8 y 0,6, bacterias grampositivas 0,9 y bacterias gramnegativas 0,93.

- pH: indica las concentraciones de iones de hidrógeno en un sistema y se expresa como  $-\log[H^+]$ , los alimentos se agrupan como alimentos altos en ácidos (pH por debajo de 4,6) y alimentos bajos en ácidos (pH de 4,6 o mayor). Casi todas las frutas, los jugos de fruta, los alimentos fermentados (de frutas, vegetales, carne y leche) y los aderezos para ensalada son alimentos altos en ácidos, en tanto en casi todos los vegetales, carne, pescado, leche y sopas son alimentos bajos en ácido.

El rango de pH de crecimiento para mohos es de 1,5 a 9,0; para levaduras, de 2,0 a 8,5; para bacterias grampositivas, de 4,0 a 8,5, y para las gramnegativas, de 4,5 a 9,0.

Cuando el pH de un alimento se reduce por debajo del límite inferior de crecimiento de una especie microbiana, las células no solo dejan de crecer, sino que también pierden viabilidad.

- Potencial de oxidación-reducción: el potencial rédox de un alimento es influido por su composición química, el tratamiento específico de procesamiento y su condición de almacenamiento (en relación con el aire). Los alimentos frescos de origen vegetal y animal se encuentran en estado reducido, debido a la presencia de sustancias reductoras como ácido ascórbico, azúcares reductores y proteínas. Después de que se detiene la respiración de las células en un alimento, el oxígeno se dispersa adentro y cambia el potencial rédox. El procesamiento, como el calentamiento, aumenta o disminuye los compuestos de reducción y altera el Eh.

Con base en su crecimiento en presencia y ausencia de oxígeno libre, los microorganismos se han agrupado como aerobios, anaerobios, anaerobios facultativos o microaerófilos. Los aerobios necesitan oxígeno libre para la generación de energía, el oxígeno libre actúa como aceptor final de electrones a través de la respiración aeróbica. Los anaerobios facultativos pueden generar energía si hay oxígeno libre disponible, o pueden usar el oxígeno confinado en los compuestos como nitrato y sulfato como aceptores finales de electrones por medio de la respiración anaeróbica.

El rango Eh, al que pueden crecer diferentes grupos de microorganismos es de la siguiente manera: aerobios, +500 a +300 mV; anaerobios facultativos, +300 a +100 mV; y anaerobios, +100 a -250 mV o menos.

- Temperatura: los alimentos están expuestos a diferentes temperaturas desde el momento de la producción hasta su consumo. Dependiendo de las condiciones de procesamiento, un alimento puede estar expuesto a temperatura alta, desde 65 a más de 100 °C. Para el almacenamiento a largo plazo, un alimento puede mantenerse a 5 °C (refrigeración) hasta -20 °C (congelamiento). Algunos alimentos relativamente estables también se mantienen entre 19 y 35 °C.

Tabla II. **Grupos de microorganismos presentes en los alimentos**

<b>Grupo</b>	<b>Temperatura óptima (°C)</b>	<b>Temperatura de crecimiento (°C)</b>
Termófilos	55	45–70
Mesófilos	35	10–45
Psicrófilos	15	-5–20

Fuente: RAY (2010). *Fundamentos de microbiología de los alimentos*. p. 43.

Hay otros dos términos que se usan en microbiología alimentaria: los psicrótrofos son microorganismos que crecen a temperatura de refrigeración (0 a 5 °C) y los microorganismos que sobreviven a la temperatura de pasteurización se designan como termorresistentes.

Cuando los alimentos están expuestos a temperaturas superiores a la máxima y a la mínima de crecimiento, las células microbianas mueren pronto a temperaturas más altas y de manera relativamente lenta a temperaturas más



bajas. La influencia de la temperatura sobre el crecimiento y la viabilidad microbiana es importante para reducir la descomposición de los alimentos, lo que facilita la seguridad contra patógenos y el bioprocesamiento del alimento.

### **2.5.9.3. Métodos de detección de microorganismos**

Los métodos empleados para la valoración o detección de microbios en alimentos, sus ingredientes y su entorno se clasifican en dos grandes grupos: cuantitativos y cualitativos. Los cuantitativos están estructurados para determinar o calcular, de manera directa o indirecta, la carga microbiana del material analizado; algunos ejemplos son: cuenta de aerobios en placa de Petri (APC) (o cuenta estándar en placa de Petri, SPC, en productos lácteos), cuenta de anaerobios, cuenta de psicrótrofos, recuento de microorganismos termorresistentes, cuenta de coliformes, recuentos de *Staphylococcus aureus* y cuenta de hongos y mohos.

Por el contrario, los métodos cualitativos están diseñados para determinar si una muestra de un alimento, o cierto número de muestras de un lote de comestibles, contiene o no una especie microbiana específica. Estos métodos se utilizan para detectar la posible presencia de ciertos patógenos en alimentos, sobre todo los que tienen capacidad de ocasionar altas tasas de mortalidad en los consumidores; *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli* O157:H7 y *Listeria monocytogenes* en productos listos para comer. A continuación se presentan los métodos cuantitativos para el conteo de población microbiana en alimentos:

Tabla III. **Métodos cuantitativos para análisis microbiano en alimentos**

Método	Método específico	Descripción
<b>Conteo directo</b>	Conteos al microscopio	Mediante un microscopio de contraste de fase y con un factor microscópico adecuado se realiza el conteo de muestras de células teñidas en campo brillante, o células vivas, se expresa como cuentas microscópicas por mL o g de muestra.
	UFC en medios de agar no selectivos	Se toman partes alícuotas de diluciones seleccionadas de una serie de muestras diluidas y se vierten en una placa o en la superficie de un medio no selectivo de cultivo extendido en una placa, como agar en PCA: agar de tripsina de soya.
	UFC en medios diferenciales no selectivos	A los medios no selectivos se les agrega un agente con capacidad para diferenciar colonias producidas por ciertos grupos específicos de microorganismos, con frecuencia se añaden, al medio, indicadores de pH o de oxidación-reducción.
	UFC en medio de agar selectivo	Se agrega al medio uno o más inhibidores para después verterlos o extenderlos en la superficie de muestras diluidas seriadas. En presencia de tales agentes solo pueden proliferar los microorganismos que sean resistentes a ellos.
	UFC en medio de agar selectivo y diferencial	Además del agente selectivo, también se agrega al medio otros agentes, con lo cual se logra que el color y características que tengan las colonias de microbios seleccionados difiera de los demás microorganismos.

Continuación de la tabla III.

<b>Cálculo indirecto</b>	Dilución hasta la extinción en caldos no selectivos	Consiste en preparar diluciones seriadas de muestra y transferir una parte alícuota a 5 mL o 10 mL de un caldo final no selectivo, como tripsina-soya, se incuban los tubos de ensayo y luego se determina si hubo proliferación microbiana o no, según la turbidez.
	Cuenta más probable (MPN) en caldo selectivo	Se inoculan en un caldo partes alícuotas de diluciones seriadas de una muestra, en cual contiene uno o más agentes selectivos. Después de su incubación se marca si hubo proliferación o no. A partir del número de tubos en los que se observó multiplicación microbiana se calcula la cantidad de células viables con cálculos estadísticos.
	Prueba de reducción de colorantes	Se basa en el principio de que algunos colorantes, como azul de metileno y resazurina, tienen un color en estado de oxidación, pero son incoloros en estado de reducción, y la proliferación de microbios ocasionan este cambio. La rapidez de reducción durante la incubación es directamente proporcional a la carga microbiana inicial del alimento.
	Cuenta de grupos de microbios lesionados por medios selectivos	Es el caso de coliformes y células bacterianas patógenas con lesiones, pueden morir durante el conteo en medio de agar selectivo imposibilitando su detección, por ello, se coloca en un medio no selectivo para que reparen las lesiones y recuperen su resistencia a los agentes selectivos.

Fuente: VANDEVENNE (2002). *Métodos de análisis microbiológicos de alimentos*. p. 313.

El método cualitativo para aislar microorganismos contenidos en alimentos es llamado: Aislamiento de patógenos, su principal objetivo es determinar si una muestra contiene o no, células o esporas viables de un patógeno específico. Los patógenos analizados son: *Salmonella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio cholerae* y *Shigella* spp.).

Los procesos de aislamiento se realizan en varios pasos, como enriquecimiento previo no selectivo, seguido de enriquecimiento selectivo y examen en medio de agar con agentes selectivos y diferenciales. En general, los alimentos contienen escasa población de patógenos, en comparación con otros microorganismos que los acompañan, y que los patógenos pueden estar lesionados por lo que se realiza un enriquecimiento de la muestra en un caldo no selectivo. El aislamiento de 10 a 12 días, según la especie investigada.

#### 2.5.9.4. Análisis microbiológico de la galleta de harina de trigo

Las galletas deben estar libres de parásitos en cualquiera de sus formas, microorganismos patógenos o sus toxinas y que no sobrepasen los límites de las especificaciones microbiológicas.

Tabla IV. Características microbiológicas de las galletas

Microorganismos	Recuento galleta simple	Recuento galleta rellena
Gérmes aerobios mesófilos	1,00/g	10,00/g
Enterobacteriáceas	Ausentes en 1 g	Máximo, 10 col/g
<i>Escherichia coli</i>	Ausentes en 1 g	Ausentes en 1 g

Continuación de la tabla IV.

Estafilococos áureos	Ausentes en 1 g	Ausentes en 1 g
Salmonella	Ausente en 25 g	Ausente en 25 g
Bacilo coreus	Ausente en 1 g	Ausente en 1 g
Mohos y levaduras	Máximo, 200 col/g	Máximo, 200 col/g

Fuente: MADRID (1993). *Nuevo manual de industrias alimentarias*. p. 478.

### **3. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Localización**

El desarrollo experimental de la investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE), sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La caracterización fisicoquímica por medio de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas fue realizada en el Laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Instituto de Investigaciones, Universidad del Valle de Guatemala.

El análisis microbiológico de las galletas de harina de trigo con manzana fue realizado en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### **3.2. Variables**

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

### **3.2.1. Variables independientes**

- Sección de la planta utilizada para la extracción de oleorresina (corteza y hojas).
- Tamices utilizados: *mesh* núm. 4, 8, 12, 16 y 80, lo que corresponde a los siguientes tamaños de partícula: 4,699, 2,362, 1,397, 0,991 y 0,173 milímetros.
- Tamaño de lote utilizado para la extracción a escala laboratorio: 30 y 600 gramos.
- Aditivo saborizante utilizado en la elaboración de la galleta de harina de trigo: oleorresina de corteza, oleorresina de hojas y canela comercial en polvo.

### **3.2.2. Variables dependientes**

- Rendimiento obtenido en la extracción de oleorresina de canela.
- Componentes activos de la oleorresina.
- Nivel de aceptación de la galleta de harina de trigo.

### **3.3. Delimitación del campo de estudio**

La investigación es de carácter explicativo-correlacional. La extracción de la oleorresina de canela se realizó por el método de maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente, el tiempo óptimo de extracción fue evaluado por medio del uso de equipo Soxhlet y el espectrofotómetro UV-VIS en un análisis preliminar.

Se evaluó el rendimiento de la oleorresina dependiendo del tamaño de partícula de la materia prima, de la sección de la planta y el tamaño de lote utilizado en la extracción a escala laboratorio utilizando como solvente hexano grado industrial. La canela fue proveniente del municipio San Antonio del departamento de Suchitepéquez. Se determinaron los componentes activos de la oleorresina por medio de cromatografía de gases con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS.

Se elaboraron galletas de harina de trigo utilizando como aditivo saborizante oleorresina de corteza, de hojas y canela comercial en polvo. Para evaluar la aceptación de la galleta se realizó la prueba hedónica de 9 puntos a un panel de 50 jueces.

### **3.4. Diseño experimental**

Para el diseño experimental se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio. Para cada sección de la planta (corteza y hojas) se evaluaron cuatro tratamientos, variando el tamaño de partícula, utilizando tamiz núm. 4, 8, 12, 16 y 80, los cuales corresponden a: 4,699, 2,362, 1,397, 0,991 y 0,173 mm para la extracción de oleorresina de canela, haciendo un total de 24 tratamientos con un tamaño de lote de 30 g por extracción. Para tamaño de lote de 600 g se realizaron 4 corridas de extracción de oleorresina de cada sección de la planta, haciendo un total de 8 tratamientos.

El método de lixiviación utilizado fue maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente, el tamaño de lote fue de 30 y 600 g con una relación de materia prima - hexano de 1:5 (peso/volumen), por lo que se agregó 150 mL de hexano; el tiempo de extracción se determinó por medio de la técnica Soxhlet y

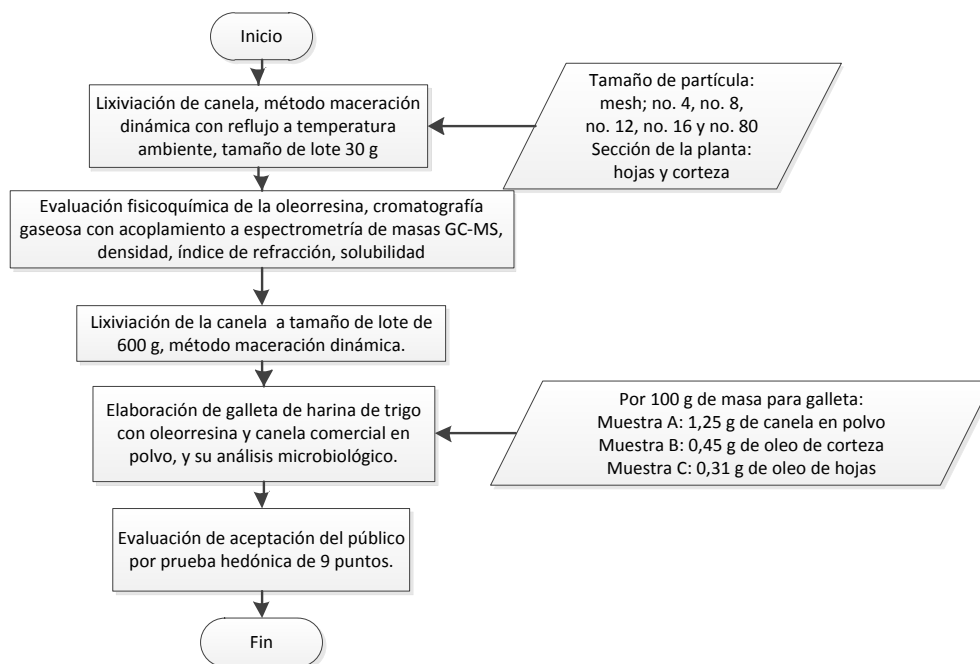


el uso del espectrofotómetro UV-VIS siendo este de 3 horas para corteza y de 5 horas para hojas. El hexano que se utilizó fue grado industrial.

Después de haber obtenido la oleorresina se procedió a realizar una evaluación fisicoquímica por medio de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS. A partir de estas propiedades se determinó que ambas secciones de la planta brindan condiciones satisfactorias y se realizó la extracción de oleorresina a tamaño de lote mayor.

Se realizaron las galletas de harina de trigo utilizando oleorresina y canela en polvo obtenida comercialmente, realizando la prueba hedónica de 9 puntos, en una muestra de 50 personas escogidas al azar.

Figura 8. Diagrama de diseño experimental



Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Recurso humano disponible**

- Investigadora: María Alejandra Estrada Santizo
- Asesora: Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales
- Asesor: Ing. Qco. Mario Mérida Meré

### **3.6. Recurso material disponible**

A continuación se describe el material utilizado para la realización del trabajo de graduación, divididos de acuerdo a materia prima, reactivos, cristalería, equipo y materiales auxiliares.

#### **3.6.1. Materia prima**

- Corteza deshidratada de canela
- Hojas deshidratadas de canela
- Harina de trigo
- Agua
- Polvo de hornear
- Mantequilla
- Sal
- Azúcar

#### **3.6.2. Reactivos**

- Hexano grado industrial
- Agua desmineralizada
- Etanol 95 %

### **3.6.3. Cristalería**

- Balones de fondo plano ILMABOR de 500 mL
- Balones de fondo redondo ILMABOR de 500 mL
- Balones de fondo redondo KONTES de 5000 mL
- Condensadores ILMABOR
- Beackers BOECO de 100 mL
- Beackers BOECO de 250 mL
- Beackers BOECO de 500 mL
- Probeta BOECO de 500mL
- Erlenmeyer KIMAX de 500 mL
- Erlenmeyer VWR de 250 mL
- Embudos de vidrio y de porcelana
- Viales de color Ámbar de 20 mL
- Kitasato de 500 mL

### **3.6.4. Equipo**

- Balanza analítica digital VWR
- Balanza de humedad VWR
- Equipo de recirculación VWR
- Juego de tamices núm. 4, 8, 12, 16 y 80.
- Planchas de calentamiento y agitación VWR
- Licuadora industrial
- Molino de granos
- Soporte
- Pinzas
- Bomba de vacío General Electric

- Rotaevaporador BUCHI
- Cromatógrafo de gases con acoplamiento a espectrometría de masas.
- Refractómetro Fisher Scientific
- Moldes
- Horno

### **3.6.5. Materiales auxiliares**

- Papel parafilm
- Guantes de látex
- Recipientes de plástico
- Mangueras de plástico
- Papel filtro
- Hojas/cuaderno
- Lapiceros
- Calculadora
- Masking tape
- Computadora
- Impresora

### **3.7. Técnica cuantitativa**

Para el análisis granulométrico de la molienda de corteza y hojas de canela, determinación del tiempo óptimo de extracción, evaluación del rendimiento de oleorresina, comparación de este rendimiento en función del tamaño de partícula, la sección de la planta y el tamaño de lote utilizado para la extracción, estableciendo una relación entre rendimiento y variables independientes, determinación de los componentes activos por medio de

cromatografía de gases con acoplamiento de espectrometría de masas GC-MS, densidad e índice de refracción y evaluación hedónica de 9 puntos del nivel de aceptación de las galletas de trigo elaboradas con aditivos de oleorresina de corteza, oleorresina de hojas y canela comercial en polvo.

### **3.8. Procedimiento**

A continuación se presenta el procedimiento para: realizar la molienda y granulometría, pruebas preliminares, extracción a escala laboratorio, análisis fisicoquímicos y elaboración de las galletas.

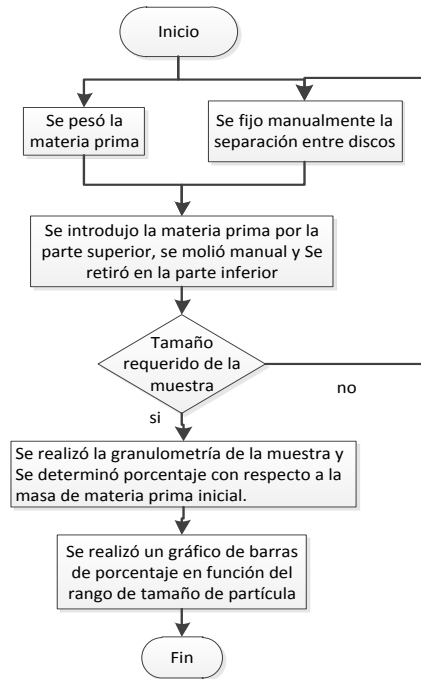
#### **3.8.1. Molienda de materia prima**

Para la molienda de la canela se utilizaron dos molinos, debido a las propiedades de cada sección de la planta, para la corteza se empleó un molino de granos de tornillo sin fin, y para las hojas, una licuadora industrial.

##### **3.8.1.1. Molienda de corteza**

- Se fijó manualmente la separación entre los discos.
- Se pesó la materia prima inicial.
- Se introdujo la materia prima por la parte superior, se realizó la molienda manual y se retiró en la parte inferior.
- Se realizó la granulometría de la muestra: se colocó una pila con los tamices núm. 4, 8, 12, 16 y 80 previamente tarados dentro de la tamizadora mecánica por 8 minutos, se pesó cada tamiz y se obtuvo un porcentaje con respecto a la masa de la materia prima inicial.
- Se realizó un gráfico de barras de porcentaje en función del rango de tamaño de partícula.

Figura 9. Diagrama de flujo de molienda de corteza



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Molino manual



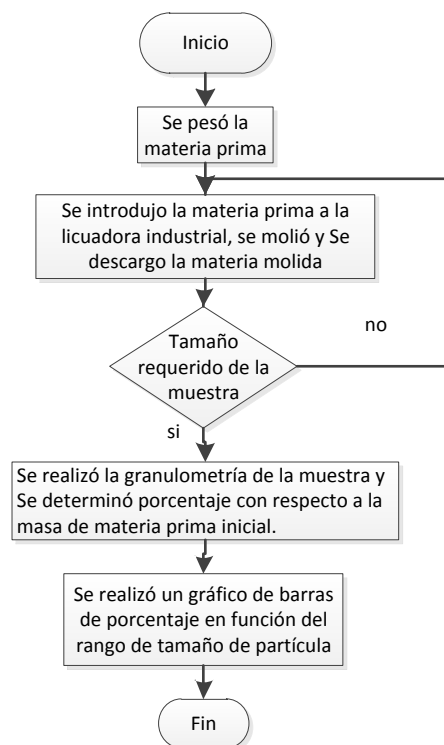
Fuente: Molino para café u otros granos Gt Tc2541.

[https://www.google.com.gt/search?q=molino+para+cafe+u+otros+granos+gt+tc2541&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMIml-btJOTyAIVDH-SCh2MtAIC#imgrc=znifKjDh8NiQaM%3A](https://www.google.com.gt/search?q=molino+para+cafe+u+otros+granos+gt+tc2541&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMIml-btJOTyAIVDH-SCh2MtAIC#imgrc=znifKjDh8NiQaM%3A). Consulta abril 2015.

### 3.8.1.2. Molienda de hojas

- Se pesó la materia prima inicial.
- Se introdujeron las hojas a la licuadora industrial y se accionó.
- Se apagó la licuadora industrial y se recuperaron las hojas molidas.
- Se realizó la granulometría de la muestra, siguiendo el mismo procedimiento de la granulometría de la molienda de las hojas.

Figura 11. Diagrama de flujo de molienda de hojas



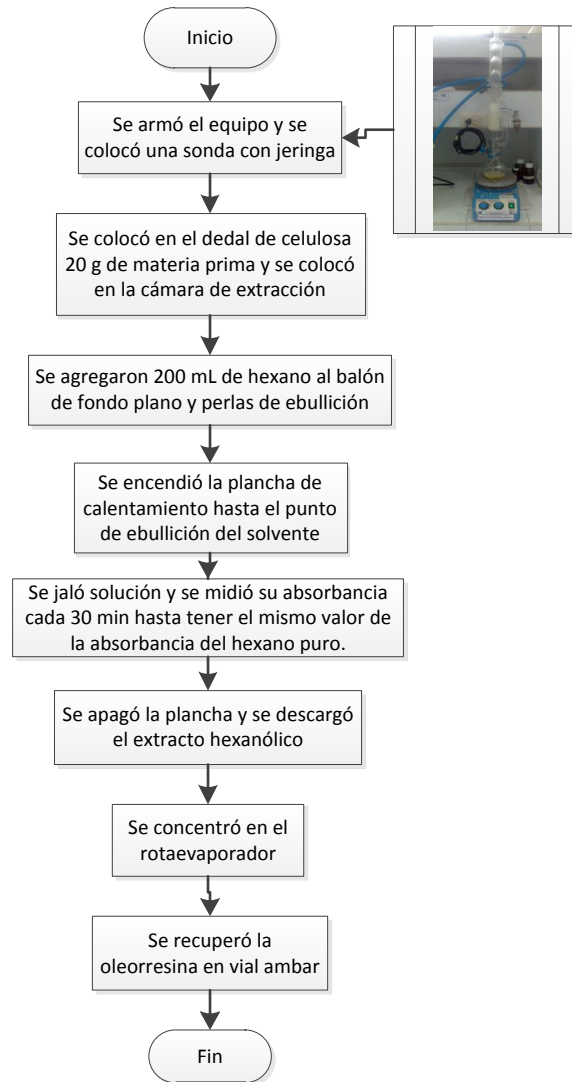
Fuente: elaboración propia.

### **3.8.2. Lixiviación de oleorresina a escala laboratorio por el método Soxhlet y determinación del tiempo óptimo por espectrofotometría UV-VIS**

- Se armó el equipo según la figura 2, en la sección marco teórico. Y se introdujo una sonda de alimentación junto con una jeringa para jalar fluido de la cámara de extracción.
- Se colocaron, en el dedal de celulosa, 20 gramos de canela y se introdujo en la cámara de extracción.
- Se colocaron, en el balón de fondo plano, 200 mL de hexano grado industrial (utilizando el equipo de seguridad al tratar con el solvente) y se agregaron perlas de ebullición.
- Se conectó el equipo a un recirculador de agua fría.
- Se encendió la plancha de calentamiento hasta el punto de ebullición del solvente.
- Los vapores de hexano llegaron al tubo refrigerante, el cual condensó y se depositó en el dedal de celulosa con la materia prima en la cámara de extracción, la cual se llenó y se depositó al balón por el sifón, cumpliendo un ciclo.
- Se extrajo fluido de la cámara de extracción y se midió la absorbancia. Se repitió la medición de la absorbancia hasta que esta llegó a la absorbancia del hexano puro, la cual había sido medida previamente.
- Se desconectó la plancha de calentamiento, se anotó el tiempo de extracción y se esperó a que se enfriara la solución de hexano y oleorresina.
- Se concentró la oleorresina por el equipo rotaevaporador.
- Se pesó la oleorresina y se determinó su porcentaje de rendimiento con respecto a la masa de materia prima inicial.



Figura 12. Diagrama de flujo de lixiviación por la técnica Soxhlet

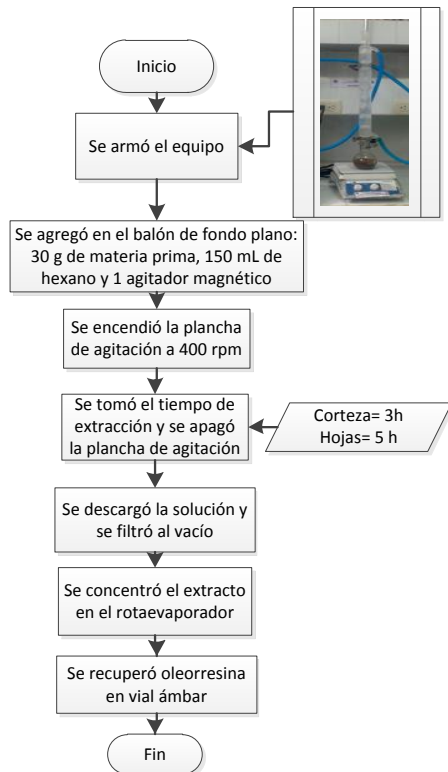


Fuente: elaboración propia.

### **3.8.3. Lixiviación de oleorresina a escala laboratorio por el método de maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente**

- Se armó el equipo según la figura 3, en la sección marco teórico.
- En un balón de fondo plano se colocaron 30 gramos o 600 gramos de canela, se agregó hexano y un agitador magnético.
- Se conectó el equipo a un recirculador de agua fría.
- Se accionó la plancha de agitación hasta 400 rpm.
- Los vapores de hexano llegaron al tubo refrigerante, el cual condensó y se depositó nuevamente en el balón.
- El tiempo de extracción (3 horas para corteza y 5 horas para hojas) se tomó desde que se empezó a agitar la solución.
- Al cumplir el tiempo la plancha de agitación se desconectó.
- Se filtró al vacío la solución.
- Se concentró la oleorresina por el equipo rotaevaporador.
- Se pesó la oleorresina y se determinó su porcentaje de rendimiento con respecto a la masa de materia prima inicial.

Figura 13. **Diagrama de flujo de lixiviación por maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente a escala laboratorio**



Fuente: elaboración propia.

#### 3.8.4. Densidad

Debido a que las oleorresinas son viscosas para el análisis de la densidad se utilizó una probeta de 5 mL.

- Se pesó la probeta de 5 mL.
- Se agregó 1 mL de oleorresina a la probeta y se pesó.
- Se calculó la densidad dividiendo la masa de la oleorresina adicionada a la probeta entre el volumen de esta.

### **3.8.5. Índice de refracción**

Es una medida para saber cuánto se reduce la velocidad de la luz dentro del medio; tomando como 1 el índice de refracción del vacío.

- Se limpió el prisma del refractómetro con etanol al 95 %.
- Se agregaron dos gotas de la oleorresina al prisma con una micropipeta.
- Se encendió la lámpara usando el interruptor en el lado izquierdo del refractómetro.
- Se observó por el ocular, se giró la perilla de compensación de color hasta que se observó la mitad superior clara y la inferior oscura.
- Se apagó la luz usando el interruptor en el lado izquierdo el refractómetro y se realizó la lectura en la escala superior el índice de refracción.
- Se registró la temperatura a la que se realizó la medición.

### **3.8.6. Solubilidad a temperatura ambiente**

Capacidad de la oleorresina en disolverse en un solvente, en este caso se realizó la medida en agua desmineralizada, etanol al 95 % y hexano grado industrial.

- Se agregó 0,10 g de oleorresina en un Earlenmeyer de 50 mL.
- A una bureta de 25 mL se le agregó el solvente (agua desmineralizada, etanol al 95 % o hexano grado industrial), la cual fue colocada en un soporte universal.
- Se abrió la válvula de descarga de la bureta, dejando caer el solvente gota a gota en el earlenmeyer hasta que este dejara de estar turbio.
- Se contabilizó el volumen de solvente empleado.

### 3.8.7. Elaboración de galleta de harina de trigo

A continuación se presenta la materia prima utilizada en la elaboración de las galletas, el procedimiento y el diseño de las formulaciones utilizando como variable el aditivo saborizante

#### 3.8.7.1. Materia prima

En la tabla V se presenta los ingredientes utilizados en la elaboración de la galleta.

Tabla V. **Materia prima para la elaboración de la galleta**

Cantidad	Ingrediente
180,00 g	Harina
150,00 g	Azúcar
125,00 g	Mantequilla
2,30 g	Polvo de hornear
2,30 g	Sal
2,30 g	Bicarbonato
1,00	Huevo
1,00	Manzana
3,50 g	Canela en polvo
1,68 g	Oleoresina de corteza de canela
1,34 g	Oleoresina de hojas de canela

Fuente: elaboración propia.

### **3.8.7.2. Procedimiento**

- Se pesó cada uno de los ingredientes.
- Se encendió el horno a una temperatura de 180 °C para su precalentamiento.
- Se agregó a un recipiente: el azúcar, huevo, la mantequilla derretida y se batió hasta obtener una mezcla homogénea (mezcla 1).
- Se agregó a otro recipiente: la harina, sal, bicarbonato y se mezcló (mezcla 2).
- Se agregó la mezcla 2 a la mezcla 1 poco a poco sin dejar de batir.
- Se le agregó la manzana y dependiendo de la muestra de galleta que se realizó se le agregó la canela en polvo, oleoresina de corteza y oleoresina de hojas; siendo estas muestra A, B y C, respectivamente.
- Se engrasó una bandeja de acero inoxidable.
- Se hicieron bolitas de aproximadamente 7 gramos y se colocaron en la bandeja.
- Se colocó la bandeja dentro del horno.
- Se horneó por 10 minutos y se retiró la bandeja del horno.
- Se retiraron las galletas de la bandeja, se colocaron sobre un recipiente y se esperó a que se enfriaran.
- Se empacaron las galletas y se identificaron según muestra A, B y C.

### **3.8.7.3. Formulación de galleta de harina de trigo según aditivo saborizante**

Se varió el porcentaje de oleoresina de canela, realizando 4 tratamientos. El resumen de las formulaciones se presenta a continuación:

Tabla VI. **Cantidad de oleorresina agregada a 100 gramos de masa para elaboración de galleta de harina de trigo**

<b>Materia prima</b>	<b>Núm. tratamiento</b>	<b>Gotas</b>	<b>Masa (g)</b>
Oleorresina de corteza de canela	1	1	0,113
	2	2	0,227
	3	3	0,340
	4	4	0,453
Oleorresina de hojas de canela	1	1	0,105
	2	2	0,209
	3	3	0,314
	4	4	0,418

Fuente: elaboración propia.

### 3.9. **Diseño de tratamientos**

Las muestras se clasificaron en dos grupos:

- Hojas de canela
- Corteza de canela

Que a su vez se separaron en dos sub-grupos, dependiendo del tamaño de lote empleado para la extracción:

- 30 gramos
- 600 gramos

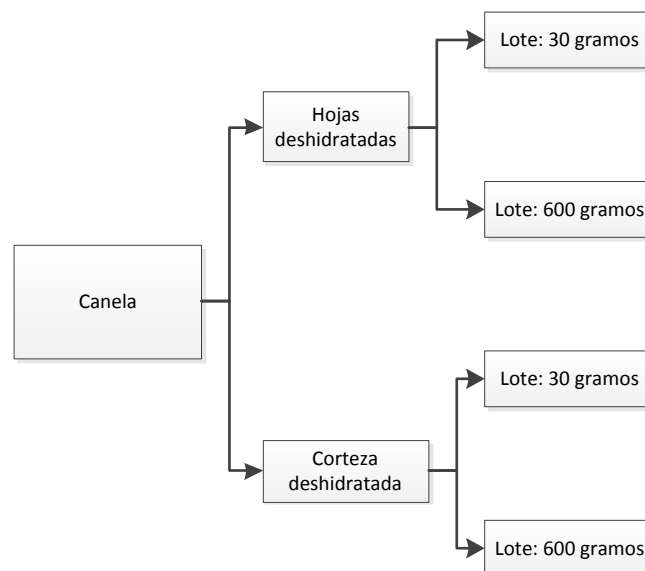
El lote de 30 gramos se separó en 4 sub-grupos, dependiendo del rango de tamaño de partícula:

- *Mesh* núm. 4-*mesh* núm. 8
- *Mesh* núm. 8-*mesh* núm. 12
- *Mesh* núm. 12-*mesh* núm. 16
- *Mesh* núm. 16-*mesh* núm. 80

Y de cada tratamiento se realizaron tres corridas.

Del lote de 600 gramos se realizaron cuatro corridas por cada sección de la planta.

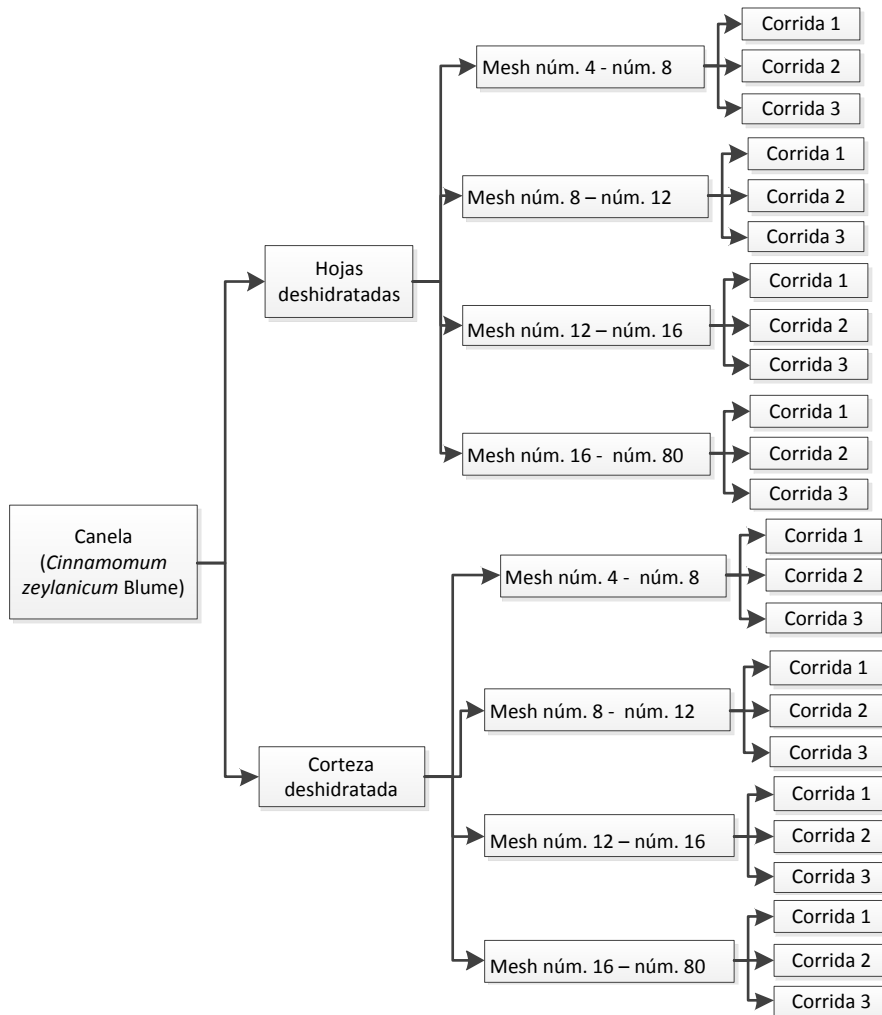
Figura 14. **Diagrama de clasificación de muestras para lixiviación**



Fuente: elaboración propia.

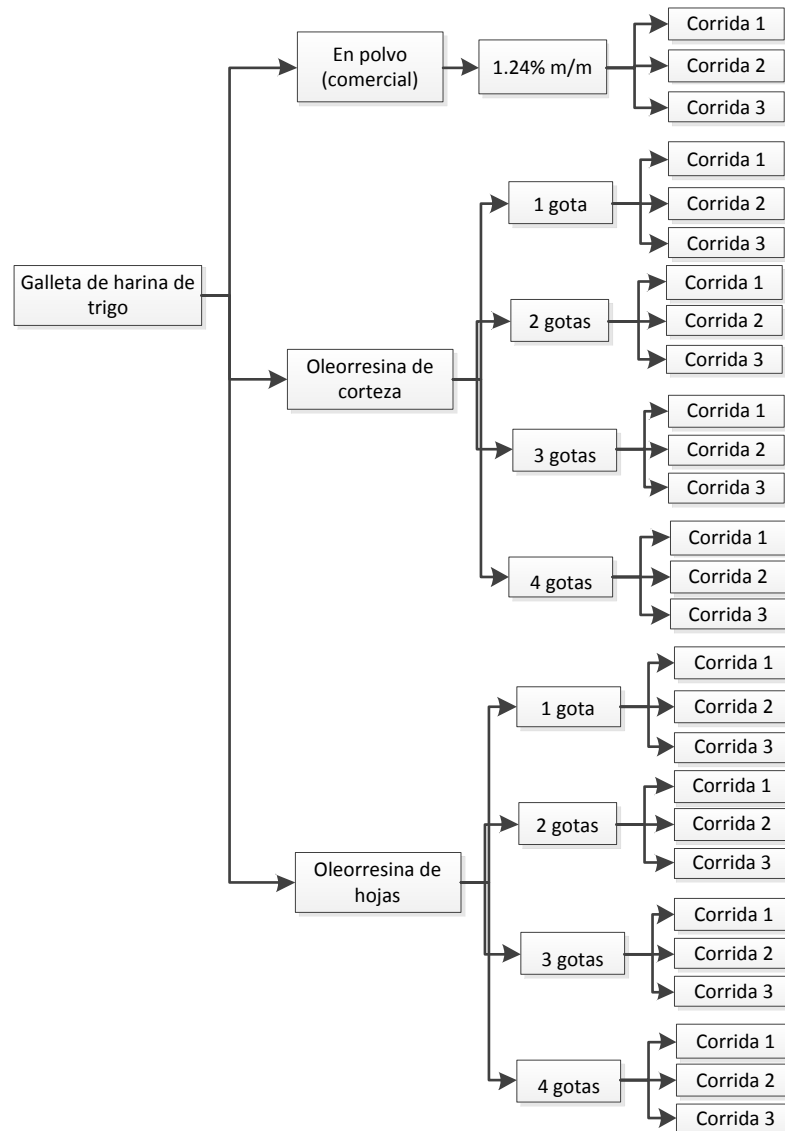


Figura 15. Diagrama de clasificación de muestras para lixiviación en tamaño de lote de 30 gramos de materia prima



Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de clasificación de galletas según formulación



Fuente: elaboración propia.

### 3.10. Recolección y ordenamiento de información

A continuación se presentan los datos obtenidos en la realización de esta investigación, los cuales comprenden: la granulometría, extracción de oleorresina de canela a escala laboratorio y planta piloto por el método de maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente y maceración dinámica, respectivamente. Componentes activos de la oleorresina obtenida por cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas, densidad e índice de refracción.

Tabla VII. **Granulometría de corteza de canela**

Núm. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz (g)			
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Total
4	13,80	17,70	7,30	38,80
8	131,60	121,60	59,30	312,50
12	51,20	53,40	17,10	121,70
16	25,10	26,20	7,90	59,20
80	13,60	20,60	18,80	53,00
Fondo	1,80	3,40	4,50	9,70
<b>Total (g)</b>	<b>237,10</b>	<b>242,90</b>	<b>114,90</b>	<b>594,90</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Granulometría de hojas de canela**

Núm. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz (g)				
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4	Total
4	36,50	32,90	29,80	29,50	128,70
8	88,90	88,90	88,20	90,20	356,20
12	29,30	32,10	34,80	35,60	131,80
16	19,90	21,70	26,00	26,50	94,10
80	22,00	21,40	29,30	30,00	102,70
Fondo	5,50	4,70	6,00	5,60	21,80
<b>Total (g)</b>	202,10	201,70	214,10	217,40	835,30

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Extracción de oleoresina de corteza de canela a escala laboratorio, tamaño de lote: 30 gramos**

Mesh	Corrida	m <sub>inicial</sub> (g)	m <sub>balón</sub> (g)	m <sub>balón + oleoresina</sub> (g)	m <sub>oleoresina</sub> (g)	Porcentaje de rendimiento (%)
4-8	1	29,99	169,96	170,17	0,21	0,70
	2	30,18	170,11	170,32	0,21	0,70
	3	30,00	171,76	171,98	0,22	0,73
8-12	1	30,02	170,11	170,43	0,32	1,01
	2	30,01	169,90	170,20	0,30	1,00
	3	30,02	171,78	172,11	0,33	1,01
12-16	1	30,01	169,86	170,28	0,42	1,40
	2	30,07	170,09	170,56	0,47	1,56
	3	30,00	171,78	172,22	0,44	1,47
16-80	1	30,01	169,86	170,19	0,33	1,10
	2	29,99	169,86	170,18	0,32	1,07
	3	30,02	171,76	172,08	0,32	1,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio, tamaño de lote: 30 gramos**

<b>Mesh</b>	<b>Corrida</b>	<b>m<sub>inicial</sub> (g)</b>	<b>m<sub>balón</sub> (g)</b>	<b>m<sub>balón + oleorresina</sub> (g)</b>	<b>m<sub>oleorresina</sub> (g)</b>	<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>
4-8	1	29,99	170,03	170,45	0,42	1,400
	2	30,00	170,13	170,58	0,45	1,500
	3	30,03	171,88	172,32	0,44	1,465
8-12	1	30,01	171,75	172,28	0,53	1,766
	2	30,00	170,11	170,65	0,54	1,800
	3	30,01	171,75	172,29	0,54	1,799
12-16	1	30,04	171,77	172,44	0,67	2,230
	2	29,99	169,87	170,60	0,73	2,434
	3	30,02	171,76	172,47	0,71	2,365
16-80	1	30,00	169,89	170,68	0,79	2,633
	2	30,01	170,12	170,98	0,86	2,866
	3	30,00	171,76	172,56	0,80	2,667

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Composición química de la oleorresina de corteza, mesh 4 y 8**

<b>Núm.</b>	<b>Retención (min)</b>	<b>Área (%)</b>	<b>Componente químico</b>	<b>Núm. CAS</b>
1	48,845	48,738	Eugenol	000097-53-0
2	72,088	24,395	Ácido n-hexadecanóico	000057-10-3
3	44,864	2,278	Cinamaldehído	014371-10-9
4	62,244	1,352	Benzil benzoato	000120-51-4
5	29,299	0,934	Cariofileno	000087-44-5
6	43,372	0,661	Óxido de cariofileno	001139-30-6
7	29,467	0,645	1,3-dioxolano-4-metanol, 2, 2-dimetil	000100-79-8
8	51,528	0,535	Fenol, 2-metoxi-4-2-propenil- acetato	000093-28-7
9	30,872	0,459	1- Hexadecano	000629-73-2
10	38,332	0,357	9-Eicoseno	074685-29-3

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

Tabla XII. **Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre *mesh* 8 y 12**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	48,840	45,171	Eugenol	000097-53-0
2	59,438	19,201	Acido 9-octadecanóico	000112-79-8
3	72,065	5,947	Ácido n-hexadecanóico	000057-10-3
4	62,244	1,393	Benzil benzoato	000120-51-4
5	44,864	1,331	Cinamaldehído	014371-10-9
6	55,963	1,128	Ácido octadecanoico	000057-11-4
7	59,201	1,021	Ácido 6-octadecanoico	000593-39-5
8	29,303	0,645	Cariofileno	000087-44-5
9	51,528	0,525	Fenol, 2-metoxi-4-2-propenil-acetato	000093-28-7
10	43,368	0,504	Óxido de cariofileno	001139-30-6

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 3.

Tabla XIII. **Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre *mesh* 12 y 16**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	48,835	55,851	Eugenol	000097-53-0
2	72,060	8,046	Ácido hexadecanóico	000057-10-3
3	44,869	3,411	Cinamaldehído	014371-10-9
4	62,244	2,013	Benzil benzoato	000120-51-4
5	71,878	1,893	9, 12, 15 octadecatrien-1-ol	000506-44-5
6	4,331	1,126	Metil ciclopentano	000096-37-7
7	29,308	0,860	Cariofileno	000087-44-5
8	51,528	0,718	Fenol, 2-metoxi-4-2-propenil-acetato	000093-28-7

Continuación de la tabla XIII.

9	43,363	0,544	Óxido de cariofileno	001139-30-6
10	29,471	0,294	1, 3-dioxolano - 4 metanol, 2, 2-dimetil	000100-79-8

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 4.

Tabla XIV. **Composición química de la oleorresina de corteza para tamaño de partícula entre *mesh* 16 y 80**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	48,844	67,224	Eugenol	000097-53-0
2	72,065	4,102	Ácido n-hexadecanóico	000057-10-3
3	62,244	3,155	Benzil benzoato	000120-51-4
4	51,532	2,354	Fenol, 2-metoxi-4-(2-propenil)-acetato	000093-28-7
5	71,892	1,608	Ácido 9, 12, 15- octadecatrienóico	001191-41-9
6	44,869	1,132	Cinamaldehído	014371-10-9
7	29,312	0,957	Cariofileno	000087-44-5
8	4,336	0,491	Metil ciclopentano	000096-37-7
9	26,924	0,316	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	000078-70-6
10	5,600	0,235	Acetato de etilo	000141-78-6

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 5.

Tabla XV. **Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre *mesh* 4 y 8**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	45,028	64,099	Cinamaldehído	014371-10-9
2	48,403	8,915	2-propen-1-ol, 3-fenil acetato	000103-54-8

Continuación de la tabla XV.

3	48,826	4,915	Eugenol	000097-53-0
4	72,079	4,144	Ácido n-hexadecanóico	000057-10-3
5	52,388	3,718	2-propen-1-ol, 3-fenil	000104-54-1
6	56,891	3,010	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
7	62,254	2,403	Benzil benzoato	000120-51-4
8	29,321	1,150	Cariofileno	000087-44-5
9	59,506	0,927	Fenol, 2, 6-dimetoxi-4-(2-propenil)-	006627-88-9
10	30,909	0,640	1-Hexadecanol	036653-82-4

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 6.

Tabla XVI. **Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre *mesh* 8 y 12**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	61,171	90,835	Ácido 1, 2-bencendicarboxílico	027554-26-3
2	44,892	4,361	Cinamaldehído	014371-10-9
3	72,065	1,006	Ácido n-hexadecanóico	000057-10-3
4	48,376	0,474	2-Propen-1-ol, 3-fenil- acetato	000103-54-8
5	48,822	0,418	Eugenol	000097-53-0
6	52,379	0,261	2-Propen-1-ol, 3-fenil	000104-54-1
7	56,886	0,246	2-Propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
8	62,245	0,215	Benzil benzoato	000120-51-4
9	64,332	0,147	Ácido 9, 12-octadecanoico	000060-33-3
10	29,317	0,070	Cariofileno	000087-44-5

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 7.



Tabla XVII. **Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre *mesh* 12 y 16**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	44,873	50,601	Cinamaldehído	014371-10-9
2	48,821	6,311	Eugenol	000097-53-0
3	32,919	2,416	4-Careno	029050-33-7
4	4,331	0,974	Metil ciclopentano	000096-37-7

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 8.

Tabla XVIII. **Composición química de la oleorresina de hojas para tamaño de partícula entre *mesh* 16 y 80**

Núm.	Retención (min)	Área (%)	Componente químico	Núm. CAS
1	44,928	63,562	Cinamaldehído	014371-10-9
2	48,380	7,868	2-Propen-1-ol, 3-fenil-, acetato	000103-54-8
3	48,822	4,848	Eugenol	000097-53-0
4	72,060	4,386	Ácido n-hexadecanoico	000057-10-3
5	56,886	2,546	2-Propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
6	62,245	2,371	Bencil benzoato	000120-51-4
7	52,379	1,902	2-Propen-1-ol, 3-fenil-	000104-54-1
8	29,317	1,173	Cariofileno	000087-44-5
9	4,331	0,627	Metil ciclopentano	000096-37-7
10	26,920	0,597	1, 6-Octadien-3-ol, 3, 7,-dimetil-	000078-70-6

Fuente: elaboración propia, con base a las cromatografías en los anexos 1 y 9.

Tabla XIX. **Extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio, lote de 600 gramos**

Corrida	m <sub>inicial</sub> (g)	m <sub>balón</sub> (g)	m <sub>balón + oleorresina</sub> (g)	m <sub>oleorresina</sub> (g)	Porcentaje de rendimiento (%)
1	600,02	340,22	345,49	5,27	0,88
2	600,26	340,19	345,39	5,20	0,87
3	600,28	340,22	345,23	5,01	0,83
4	600,29	340,19	345,49	5,30	0,88

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Extracción de oleorresina de hojas de canela, lote: 600 g**

Corrida	m <sub>inicial</sub> (g)	m <sub>balón</sub> (g)	m <sub>balón + oleorresina</sub> (g)	m <sub>oleorresina</sub> (g)	Porcentaje de rendimiento (%)
1	600,30	340,14	348,12	7,98	1,33
2	600,01	340,23	348,80	8,57	1,43
3	600,01	340,23	348,06	7,83	1,30
4	600,13	340,22	348,64	8,42	1,40

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Medición de la densidad de la oleorresina de canela**

Sección	Corrida	m <sub>oleorresina</sub> (g)	v <sub>oleorresina</sub> (mL)	ρ (g/mL)
Corteza	1	1,76	1,00	1,76
	2	1,77	1,00	1,77
	3	1,75	1,00	1,75
Hojas	1	1,62	1,00	1,62
	2	1,62	1,00	1,62
	3	1,63	1,00	1,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Medición del índice de refracción de la oleorresina de canela**

Sección de la planta	Corrida	Índice de refracción
Corteza	1	1,5765
	2	1,5770
	3	1,5770
Hojas	1	1,5700
	2	1,5705
	3	1,5710

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Medición de la solubilidad a temperatura ambiente en hexano, etanol y agua de la oleorresina de corteza de canela**

Solvente	Corrida	Masa oleorresina (g)	Volumen etanol (mL)	Solubilidad (g/ 100 mL)
Hexano grado industrial	1	0,10	0,30	33,33
	2	0,10	0,30	33,33
	3	0,10	0,25	40,00
Etanol 95 %	1	0,10	0,75	13,33
	2	0,10	0,70	14,29
	3	0,10	0,75	13,33
Agua desmineralizada	1	0,10	$\rightarrow\infty$	Insoluble
	2	0,10	$\rightarrow\infty$	Insoluble
	3	0,10	$\rightarrow\infty$	Insoluble

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Medición de la solubilidad a temperatura ambiente en hexano, etanol y agua de oleorresina de hojas de canela**

<b>Solvente</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa oleorresina (g)</b>	<b>Volumen etanol (mL)</b>	<b>Solubilidad (g/ 100 mL)</b>
Hexano grado industrial	1	0,10	1,40	7,14
	2	0,10	1,35	7,41
	3	0,10	1,40	7,14
Etanol 95 %	1	0,10	2,00	5,00
	2	0,10	1,95	5,13
	3	0,10	2,00	5,00
Agua desmineralizada	1	0,10	→∞	Insoluble
	2	0,10	→∞	Insoluble
	3	0,10	→∞	Insoluble

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Prueba hedónica de 9 puntos de la galleta de harina de trigo con manzana**

<b>Juez</b>	<b>Muestra: A</b>			<b>Muestra: B</b>			<b>Muestra: C</b>		
	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>
<b>1</b>	6	7	9	7	7	5	7	8	7
<b>2</b>	6	8	7	7	9	8	7	5	4
<b>3</b>	6	9	8	8	8	7	7	5	9
<b>4</b>	9	6	7	9	8	7	8	8	9
<b>5</b>	6	3	7	6	2	8	3	5	6
<b>6</b>	7	5	7	8	8	8	6	5	6
<b>7</b>	6	5	7	6	7	6	6	5	6
<b>8</b>	8	7	7	8	8	9	7	9	6
<b>9</b>	5	6	6	6	7	7	7	5	4
<b>10</b>	8	9	9	9	9	9	8	8	8
<b>11</b>	5	7	7	5	9	8	5	9	9
<b>12</b>	9	8	8	9	9	8	9	8	9
<b>13</b>	3	9	4	7	8	9	7	7	1

Continuación de la tabla XXV.

14	7	7	8	7	8	8	6	7	7
15	7	6	8	4	5	6	6	7	4
16	6	7	7	8	8	6	8	7	7
17	8	7	7	4	8	4	7	5	6
18	8	5	7	5	9	8	5	4	6
19	7	6	8	7	8	8	7	5	7
20	8	9	9	7	8	8	8	7	8
21	7	7	8	7	8	9	7	6	6
22	8	8	8	9	9	9	9	8	8
23	8	7	8	8	8	9	8	4	7
24	8	6	7	8	8	8	7	7	7
25	8	6	7	8	8	8	6	6	6
26	9	8	9	7	5	9	6	5	8
27	9	8	9	8	9	9	7	6	4
28	7	9	8	6	9	7	7	8	4
29	9	9	9	6	7	7	8	8	8
30	8	9	9	8	8	7	8	9	8
31	7	6	4	7	6	7	7	6	4
32	8	8	7	9	8	8	8	8	8
33	5	8	7	6	6	7	8	9	8
34	9	9	9	8	8	8	8	8	8
35	8	7	8	7	9	9	7	7	6
36	5	5	5	8	8	7	5	4	3
37	8	9	8	7	8	4	7	5	4
38	5	7	8	5	7	7	5	6	7
39	8	7	8	7	7	8	7	7	6
40	5	5	7	5	4	6	4	4	3
41	7	9	9	7	8	7	7	9	8
42	9	9	9	7	9	9	7	8	9
43	8	7	7	8	9	8	7	7	8
44	6	8	7	7	7	8	8	8	9
45	8	8	6	5	7	7	6	4	6
46	9	8	8	8	9	9	8	8	8
47	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Continuación de la tabla XXV.

<b>48</b>	7	9	7	8	9	8	6	7	5
<b>49</b>	7	8	7	7	8	9	7	7	9
<b>50</b>	7	6	8	4	6	6	6	5	6

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Resumen de prueba hedónica a galletas de harina de trigo con manzana, cuyo aditivo fue oleoresina de canela**

<b>Muestra</b>	<b>Característica</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Desviación estándar</b>
A	Color	7,20	1,39
	Olor	7,28	1,43
	Sabor	7,52	1,16
B	Color	7,02	1,36
	Olor	7,68	1,42
	Sabor	7,60	1,26
C	Color	6,88	1,22
	Olor	6,64	1,59
	Sabor	6,58	1,93

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXV.

Tabla XXVII. **Análisis microbiológico de la galleta de harina de trigo**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado (NMP/g)</b>		
	<b>Muestra A</b>	<b>Muestra B</b>	<b>Muestra C</b>
Coliformes totales	< 3	< 3	< 3
Coliformes fecales	< 3	< 3	< 3
<i>Escherichia coli</i>	< 3	< 3	< 3

Fuente: elaboración propia, con base a análisis microbiológico en el anexo 10.

### 3.11. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de información

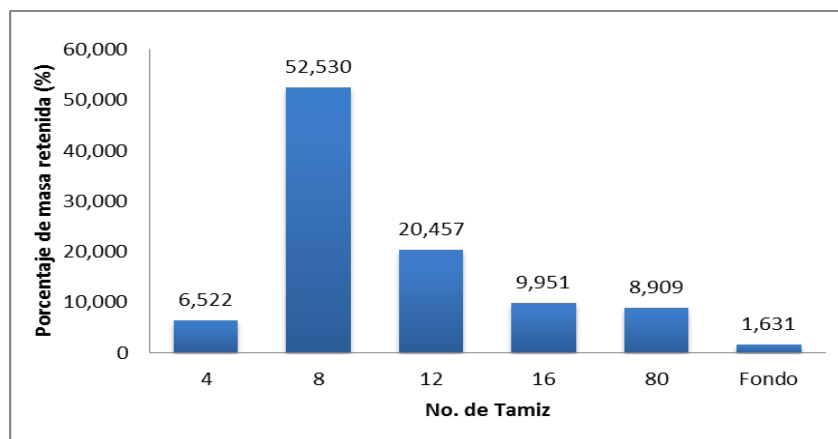
A continuación se presentan cálculos a partir de la información del laboratorio, tales como: análisis granulométrico, porcentaje de rendimiento de las extracciones y ecuaciones que relacionen el rendimiento con las variables.

Tabla XXVIII. **Análisis granulométrico de corteza de canela**

Núm. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz (g)	Masa retenida en cada tamiz (%)
4	38,80	6,52
8	312,50	52,53
12	121,70	20,46
16	59,20	9,95
80	53,00	8,91
Fondo	9,70	1,63
<b>Total</b>	<b>594,90</b>	<b>100,00</b>

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

Figura 17. **Análisis granulométrico de corteza de canela**



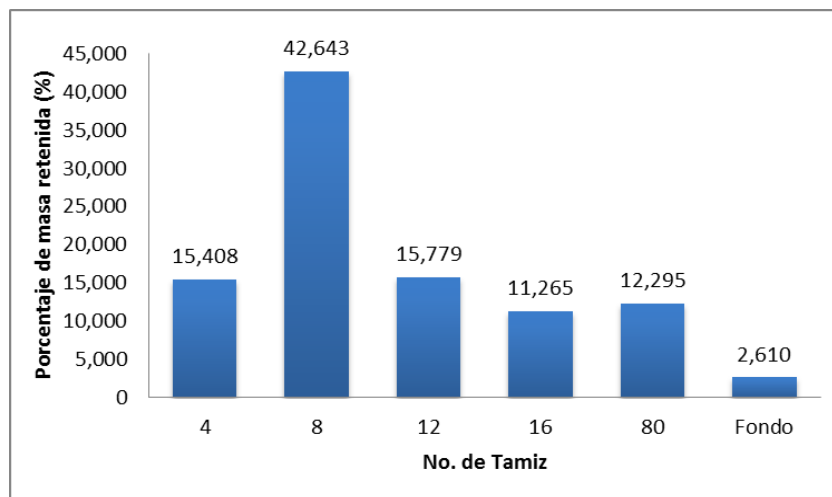
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVIII.

Tabla XXIX. **Análisis granulométrico de hojas de canela**

Núm. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz (g)	Masa retenida en cada tamiz (%)
4	128,70	15,41
8	356,20	42,64
12	131,80	15,78
16	94,10	11,27
80	102,70	12,29
Fondo	21,80	2,61
<b>Total (g)</b>	<b>835,30</b>	<b>100,00</b>

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

Figura 18. **Análisis granulométrico de hojas de canela**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXIX.



Tabla XXX. **Extracción de oleorresina de corteza escala laboratorio, 30 g**

<b>Mesh</b>	<b>Corrida</b>	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Media (%)</b>	<b>Desviación estándar</b>
4 – 8	1	0,700	0,710	0,021
	2	0,696		
	3	0,733		
8 – 12	1	1,066	1,055	0,051
	2	1,000		
	3	1,099		
12 – 16	1	1,400	1,476	0,082
	2	1,563		
	3	1,467		
16 – 80	1	1,100	1,078	0,019
	2	1,067		
	3	1,066		

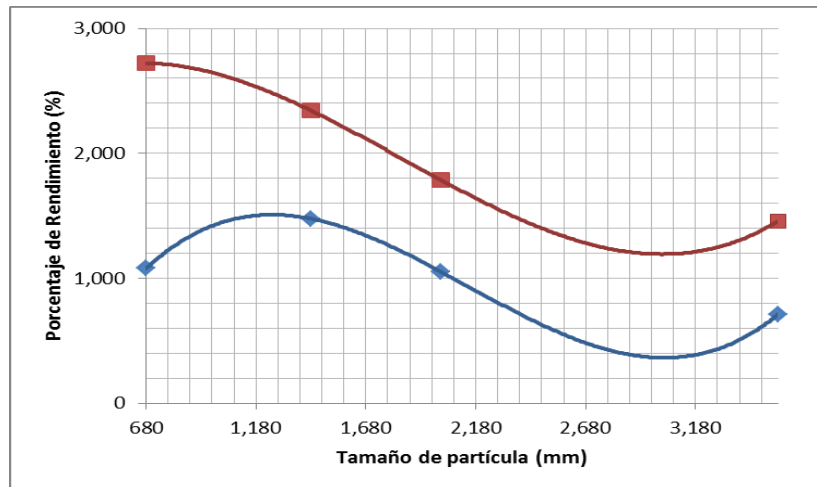
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla IX.

Tabla XXXI. **Extracción de oleorresina de hojas a escala laboratorio, 30 g**

<b>Mesh</b>	<b>Corrida</b>	<b>Rendimiento (%)</b>	<b>Media (%)</b>	<b>Desviación estándar</b>
4 – 8	1	1,400	1,455	0,051
	2	1,500		
	3	1,465		
8 – 12	1	1,766	1,788	0,019
	2	1,800		
	3	1,799		
12 – 16	1	2,230	2,343	0,104
	2	2,434		
	3	2,365		
16 – 80	1	2,633	2,722	0,126
	2	2,866		
	3	2,667		

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

Figura 19. Rendimiento de oleorresina de canela a escala laboratorio, lote de 30 gramos



Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXX y XXXI.

Tabla XXXII. Modelo matemático de rendimiento de oleorresina en función del tamaño de partícula de la materia prima, lote de 30 gramos

Color	Sección de la planta	Modelo matemático	R <sup>2</sup>
	Corteza	$\%R = 0,4036(\emptyset)^3 - 2,5967(\emptyset)^2 + 4,6066(\emptyset) - 0,9811$	1
	Hojas	$\%R = 0,2313(\emptyset)^3 - 1,2802(\emptyset)^2 + 1,3913(\emptyset) + 2,295$	1

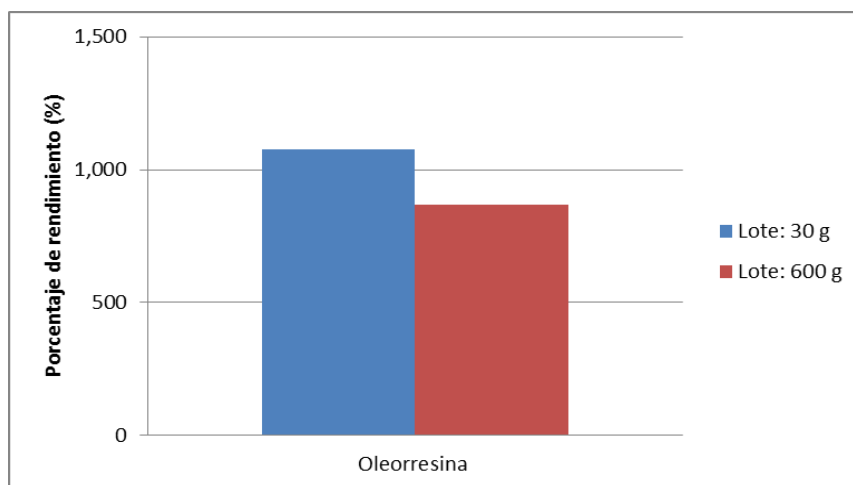
Fuente: elaboración propia, con base a la figura 19.

Tabla XXXIII. **Extracción de oleorresina de canela a escala laboratorio, lote 600 gramos**

Sección de la planta	Corrida	Porcentaje de rendimiento (%)	Promedio de porcentaje de rendimiento (%)	Desviación estándar (%)
Corteza	1	1,329	1,366	0,059
	2	1,428		
	3	1,305		
	4	1,403		
Hojas	1	0,878	0,866	0,022
	2	0,866		
	3	0,835		
	4	0,883		

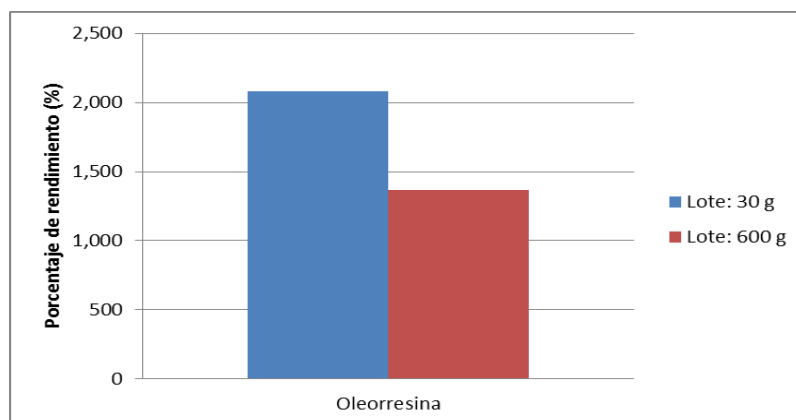
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XIX y XX.

Figura 20. **Comparación entre rendimiento de extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio para tamaño de lote de 30 y 600 g**



Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXX y XXXIII.

Figura 21. **Comparación entre rendimiento de extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio para tamaño de lote de 30 y 600 g**



Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXI y XXXIII.

Tabla XXXIV. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, *mesh* entre 4-8**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	48,738	Eugenol	Alilbenceno
2	24,395	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
3	2,278	Cinamaldehído	Aldehído
4	1,352	Benzil benzoato	Éster
5	0,934	Cariofileno	Sesquiterpeno
6	0,661	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno
7	0,645	1,3-dioxolano-4-metanol, 2, 2-dimetil	Alcohol
8	0,535	Acetato de eugenol	Éster
9	0,459	1- Hexadecano	Alcano
10	0,357	9-Eicoseno	Alcano

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XI.

Tabla XXXV. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, *mesh* entre 8-12**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	45,171	Eugenol	Alilbenceno
2	19,201	Ácido oleico	Ácido carboxílico
3	5,947	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
4	1,393	Benzil benzoato	Éster
5	1,331	Cinamaldehído	Aldehído
6	1,128	Ácido esteárico	Ácido carboxílico
7	1,021	Ácido 6-octadecanóico	Ácido carboxílico
8	0,645	Cariofileno	Sesquiterpeno
9	0,525	Acetato de eugenol	Éster
10	0,504	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno

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

Tabla XXXVI. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, *mesh* entre 12-16**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	55,851	Eugenol	Alilbenceno
2	8,046	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
3	3,411	Cinamaldehído	Aldehído
4	2,013	Benzil benzoato	Éster
5	1,893	9, 12, 15 octadecatrien-1-ol	Alcohol
6	1,126	Metil ciclopentano	Alcano
7	0,860	Cariofileno	Sesquiterpeno
8	0,718	Acetato de eugenol	Éster
9	0,544	Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno
10	0,294	1, 3-dioxolano - 4 metanol, 2, 2-dimetil	Alcohol

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

Tabla XXXVII. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de corteza de canela, *mesh* entre 16-80**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	67,224	Eugenol	Alilbenceno
2	4,102	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
3	3,155	Benzil benzoato	Éster
4	2,354	Acetato de eugenol	Éster
5	1,608	Ácido alfa-linolénico	Ácido carboxílico
6	1,132	Cinamaldehído	Aldehído
7	0,957	Cariofileno	Sesquiterpeno
8	0,491	Metil ciclopentano	Alcano
9	0,316	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	Alcohol
10	0,235	Acetato de etilo	Éster

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XIV.

Tabla XXXVIII. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, *mesh* entre 4-8**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	64,099	Cinamaldehido	Aldehído
2	8,915	2-propen-1-ol, 3-fenil, acetato	Éster
3	4,915	Eugenol	Alilbenceno
4	4,144	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
5	3,718	2-propen-1-ol, 3-fenil	Alcohol
6	3,010	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
7	2,403	Benzil benzoato	Éster
8	1,150	Cariofileno	Sesquiterpeno
9	0,927	Acetato de eugenol	Éster
10	0,640	1-Hexadecanol	Alcohol

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XV.

Tabla XXXIX. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, *mesh* entre 8-12**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	90,835	Ácido ftálico	Ácido carboxílico
2	4,361	Cinamaldehído	Aldehído
3	1,006	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
4	0,474	Acetato de eugenol	Éster
5	0,418	Eugenol	Alilbenceno
6	0,261	2-Propen-1-ol, 3-fenil	Alcohol
7	0,246	2-Propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
8	0,215	Benzil benzoato	Éster
9	0,147	Ácido 9, 12-octadecanóico	Ácido carboxílico
10	0,070	Cariofileno	Sesquiterpeno

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XVI.

Tabla XL. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, *mesh* entre 12-16**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	50,601	Cinamaldehído	Aldehído
2	6,311	Eugenol	Alilbenceno
3	2,416	4-Careno	Alqueno
4	0,974	Metil ciclopentano	Alcano

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XVII.

Tabla XLI. **Familia de los componentes químicos de la oleorresina de hojas de canela, *mesh* entre 16-80**

Núm.	Porcentaje de área (%)	Componente químico	Familia
1	63,562	Cinamaldehído	Aldehído
2	7,868	Acetato de eugenol	Éster
3	4,848	Eugenol	Alilbenceno
4	4,386	Ácido palmítico	Ácido carboxílico
5	2,546	2-Propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
6	2,371	Benzil benzoato	Éster
7	1,902	2-Propen-1-ol, 3-fenil-	Alcohol
8	1,173	Cariofileno	Sesquiterpeno
9	0,627	Metil ciclopentano	Alcano
10	0,597	1, 6-Octadien-3-ol, 3, 7,-dimetil-	Alcohol

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XVIII.

Tabla XLII. **Medición de densidad de la oleorresina de canela**

Sección de la planta	Corrida	Densidad (g/mL)	Promedio Densidad (g/mL)	Desviación estándar
Corteza	1	1,760	1,760	0,010
	2	1,770		
	3	1,750		
Hojas	1	1,620	1,623	0,006
	2	1,620		
	3	1,630		

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXI.



Tabla XLIII. **Medición de índice de refracción de oleorresina de canela**

Sección de la planta	Corrida	Índice de refracción	Promedio índice de refracción	Desviación estándar
Corteza	1	1,5765	1,5768	0,0003
	2	1,5770		
	3	1,5770		
Hojas	1	1,5700	1,5705	0,0005
	2	1,5705		
	3	1,5710		

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXII.

Tabla XLIV. **Medición de la solubilidad de oleorresina de corteza de canela en hexano, etanol y agua a temperatura ambiente**

Solvente	Corrida	Solubilidad (g/ 100 mL)	Promedio solubilidad (g/mL)	Desviación estándar
Hexano grado industrial	1	33,33	35,56	3,85
	2	33,33		
	3	40,00		
Etanol 95 %	1	13,33	13,65	0,55
	2	14,29		
	3	13,33		
Agua desmineralizada	1	Insoluble		Insoluble
	2	Insoluble		
	3	Insoluble		

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXIII.

Tabla XLV. **Medición de la solubilidad de oleorresina de hojas de canela en hexano, etanol y agua a temperatura ambiente**

Solvente	Corrida	Solubilidad (g/ 100 mL)	Promedio solubilidad (g/mL)	Desviación estándar
Hexano grado industrial	1	7,14	7,23	0,15
	2	7,41		
	3	7,14		
Etanol 95 %	1	5,00	5,04	0,07
	2	5,13		
	3	5,00		
Agua desmineralizada	1	Insoluble	Insoluble	
	2	Insoluble		
	3	Insoluble		

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXIV.

Tabla XLVI. **Análisis microbiológico a galletas de harina de trigo con manzana, cuyo aditivo fue oleorresina de canela**

Parámetro	Muestra A		Muestra B		Muestra C	
	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)
Coliformes totales	< 3	No indica	< 3	No indica	< 3	No indica
Coliformes fecales	< 3	No indica	< 3	No indica	< 3	No indica
<i>Escherichia coli</i>	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Conclusiones	Satisfactorio		Satisfactorio		Satisfactorio	

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVI.

### 3.12. Análisis estadístico

El análisis estadístico en este estudio fue realizado por medio del análisis de varianza Anova de un solo factor, para probar o rechazar las hipótesis propuestas, las cuáles compararían en porcentaje de rendimiento de oleorresina de canela en función del tamaño de partícula de la materia prima y de la sección de la planta, los componentes químicos de la oleorresina según la sección de la planta y la aceptabilidad del público a la galleta en función del aditivo utilizado.

Para los componentes químicos se tomaron en cuenta los más representativos para realizar el análisis, tales fueron: cinamaldehído, eugenol, ácido palmítico, benzil benzoato y cariofileno. Para el análisis estadístico de la aceptabilidad se tomó en cuenta el olor, color y sabor.

Tabla XLVII. **Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote: 30 g**

<b>Mesh</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-80</b>
<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>	0,700	1,065	1,400	1,100
	0,696	1,000	1,563	1,067
	0,733	1,099	1,467	1,066
<b>Total (%)</b>	2,129	3,164	4,430	3,233
<b>Media (%)</b>	0,710	1,055	1,477	1,078
<b>Varianza (%)</b>	0,0004	0,0025	0,0067	0,0004

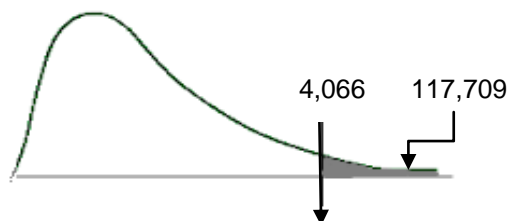
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVIII.

Tabla XLVIII. **Anova para extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote de 30 g**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	0,8854	3	0,2951	117,7009	4,0662
Error	0,0200	8	0,0025		
Total	0,9055	11			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLVII.

Figura 22. **Región crítica para extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio, lote de 30 g**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLVIII.

Tabla XLIX. **Información para análisis de extracción de oleorresina de hojas de canela a escala laboratorio, lote: 30 g**

<i>Mesh</i>	4 -8	8-12	12-16	16-80
<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>	1,400	1,766	2,230	2,633
	1,500	1,800	2,434	2,866
	1,465	1,799	2,365	2,667
<b>Total (%)</b>	4,365	5,365	7,029	8,166
<b>Media (%)</b>	1,455	1,788	2,343	2,722
<b>Varianza (%)</b>	0,0026	0,0004	0,0108	0,0158

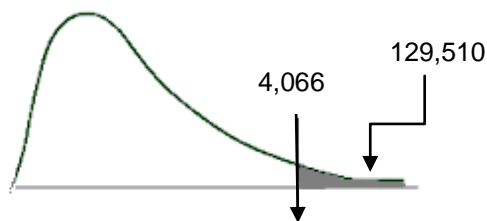
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXXI.

Tabla L. **Anova para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio, lote de 30 g**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	2,8710	3	0,9570	129,5101	4,0662
Error	0,0591	8	0,0074		
Total	2,9301	11			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLIX.

Figura 23. **Región crítica para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio, lote de 30 g**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla L.

Tabla LI. **Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina en función de la sección de la planta**

Sección de la planta	Corteza	Hojas
<i>Mesh</i>	Rendimiento (%)	
4 – 8	0,700	1,400
	0,696	1,500
	0,733	1,465

Continuación de la tabla LI.

8 – 12	1,065	1,766
	1,000	1,800
	1,099	1,799
12 – 16	1,400	2,230
	1,563	2,434
	1,467	2,365
16 – 80	1,100	2,633
	1,067	2,866
	1,066	2,667
<b>Total (%)</b>	12,956	24,925
<b>Media (%)</b>	1,080	2,077
<b>Varianza (%)</b>	0,0823	0,2664

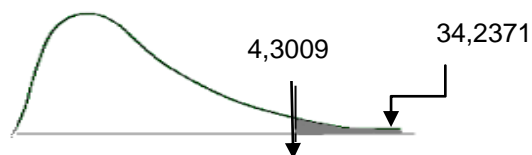
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXVIII y XXIX.

Tabla LII. **Anova de extracción en función de la sección de la planta**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	5,9690	1	5,9690	34,2371	4,3009
Error	3,8356	22	0,1743		
Total	9,8046	23			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LI.

Figura 24. **Región crítica para extracción de oleorresina de hojas de canela escala laboratorio**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LII.

Tabla LIII. Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de corteza en función del tamaño de lote

Corteza	Tamaño de lote	
	30 g	600 g
Porcentaje de rendimiento (%)	0,710	0,878
	1,055	0,866
	1,476	0,835
	1,078	0,883
Total (%)	4,319	3,462
Media (%)	1,080	0,866
Varianza (%)	0,0981	0,0001

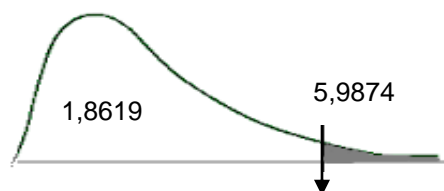
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXX y XXXIII.

Tabla LIV. Anova de extracción de oleorresina en función de lote

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	0,0918	1	0,0918	1,8619	5,9874
Error	0,2958	6	0,0493		
Total	0,3875	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LIII.

Figura 25. Régimen crítico para extracción de oleorresina de corteza en función del tamaño de lote



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LIV.

Tabla LV. **Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de hojas en función del tamaño de lote**

Hojas	Tamaño de lote	
	30 g	600 g
Porcentaje de rendimiento (%)	1,455	1,329
	1,788	1,428
	2,343	1,305
	2,722	1,403
Total (%)	8,308	5,466
Media (%)	2,077	1,366
Varianza (%)	0,3191	0,0034

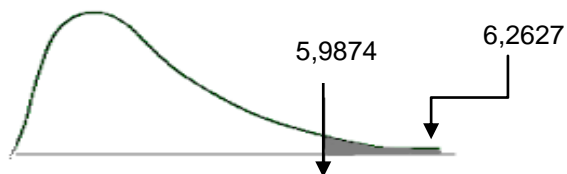
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXI y XXXIII.

Tabla LVI. **Anova extracción de oleorresina de hojas en función del lote**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	1,0099	1	1,0099	6,2627	5,9874
Error	0,9675	6	0,1613		
Total	1,9774	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LV.

Figura 26. **Régimen crítico para la extracción de oleorresina de hojas en función del tamaño de lote**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LVI.



Tabla LVII. **Información para análisis de contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<b>Mesh</b>	<b>Corteza</b>	<b>Hojas</b>
4-8	2,278	64,099
8-12	1,331	4,361
12-16	3,411	50,601
16-80	1,132	63,562
<b>Total</b>	<b>8,152</b>	<b>182,623</b>
<b>Media</b>	<b>2,038</b>	<b>45,656</b>
<b>Varianza</b>	<b>1,088</b>	<b>796,820</b>

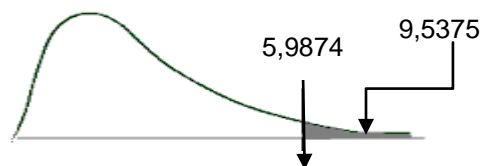
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXIV - XLI.

Tabla LVIII. **Anova de contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Tratamientos	3805,0428	1	3805,0428	9,5375	5,9874
Error	2393,7234	6	398,9539		
Total	6198,7662	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LVII.

Figura 27. **Régimen crítico para contenido de cinamaldehído en la oleorresina en función de la sección de la planta**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LVIII.

Tabla LIX. **Información para análisis de contenido de eugenol en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<i>Mesh</i>	<b>Corteza</b>	<b>Hojas</b>
4-8	48,738	4,915
8-12	45,171	0,418
12-16	55,851	6,311
16-80	67,224	4,848
<b>Total</b>	216,984	16,493
<b>Media</b>	54,246	4,123
<b>Varianza</b>	94,570	6,555

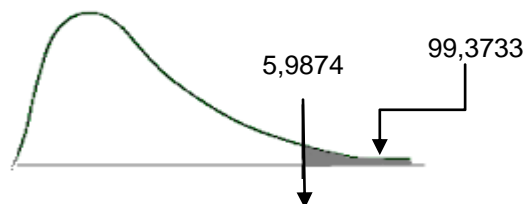
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXIV – XLI.

Tabla LX. **Anova contenido de eugenol en función de sección de planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Tratamientos	5024,5931	1	5024,5931	99,3733	5,9874
Error	303,3769	6	50,5628		
Total	5327,9700	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LIX.

Figura 28. **Régimen crítico para contenido de eugenol en la oleorresina en función de la sección de la planta**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LX.

Tabla LXI. **Información para análisis de contenido de ácido palmítico en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<b>Mesh</b>	<b>Corteza</b>	<b>Hojas</b>
4-8	24,395	4,144
8-12	5,947	1,006
12-16	8,046	0,000
16-80	4,102	4,386
<b>Total</b>	<b>42,491</b>	<b>9,537</b>
<b>Media</b>	<b>10,623</b>	<b>2,384</b>
<b>Varianza</b>	<b>86,903</b>	<b>4,896</b>

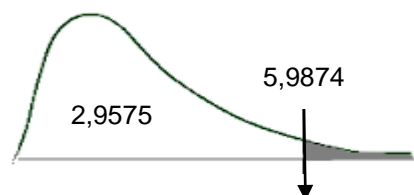
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXIV – XLI.

Tabla LXII. **Anova de ácido palmítico en función de sección de la planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Tratamientos	135,7480	1	135,7480	2,9575	5,9874
Error	275,3955	6	45,8993		
Total	411,1435	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXI.

Figura 29. **Régimen crítico para contenido de ácido palmítico en la oleorresina en función de la sección de la planta**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXII.

Tabla LXIII. **Información para análisis de contenido de benzil benzoato en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<b>Mesh</b>	<b>Corteza</b>	<b>Hojas</b>
4-8	1,352	2,403
8-12	1,393	0,215
12-16	2,013	0,000
16-80	3,155	2,371
<b>Total</b>	<b>7,913</b>	<b>4,989</b>
<b>Media</b>	<b>1,978</b>	<b>1,247</b>
<b>Varianza</b>	<b>0,707</b>	<b>1,740</b>

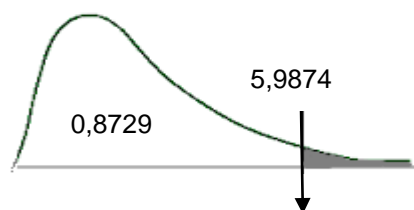
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXIV – XLI.

Tabla LXIV. **Anova de benzil benzoato en función de sección de planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Tratamientos	1,0681	1	1,0681	0,8729	5,9874
Error	7,3422	6	1,2237		
Total	8,4103	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXIII.

Figura 30. **Régimen crítico para contenido de benzil benzoato en la oleorresina en función de la sección de la planta**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXIX.

Tabla LXV. **Información para análisis de contenido de cariofileno en la oleorresina en función de la sección de la planta**

<b>Mesh</b>	<b>Corteza</b>	<b>Hojas</b>
4-8	0,934	1,150
8-12	0,645	0,070
12-16	0,860	0,000
16-80	0,957	1,173
<b>Total</b>	<b>3,395</b>	<b>2,393</b>
<b>Media</b>	<b>0,849</b>	<b>0,598</b>
<b>Varianza</b>	<b>0,020</b>	<b>0,424</b>

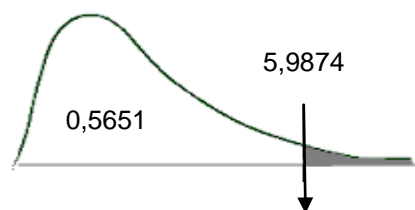
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXIV – XLI.

Tabla LXVI. **Anova de cariofileno en función de la sección de la planta**

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedio de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Tratamientos	0,1255	1	0,1255	0,5651	5,9874
Error	1,3327	6	0,2221		
Total	1,4582	7			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXV.

Figura 31. **Régimen crítico para contenido de Cariofileno en la oleorresina en función de la sección de la planta**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXVI.

Tabla LXVII. **Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de color**

Muestra	A	B	C
<b>Total</b>	360	351	344
<b>Media</b>	7,20	7,02	6,88
<b>Varianza</b>	1,92	1,86	1,50

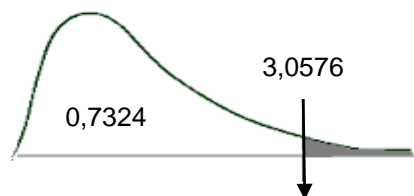
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVI.

Tabla LXVIII. **Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de color**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	2,5733	2	1,2867	0,7324	3,0576
Error	258,2600	147	1,7569		
Total	260,8333	149			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXVII.

Figura 32. **Régimen crítico de prueba hedónica a galleta para la característica de color**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXVIII.

Tabla LXIX. **Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor**

Muestra	A	B	C
<b>Total</b>	364	384	332
<b>Media</b>	7,28	7,68	6,64
<b>Varianza</b>	2,04	2,02	2,52

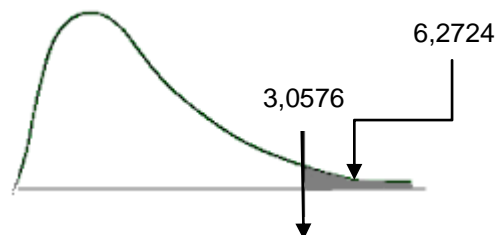
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVI.

Tabla LXX. **Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	27,52	2	13,7600	6,2724	3,0576
Error	322,48	147	2,1937		
Total	350,00	149			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXIX.

Figura 33. **Régimen crítico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de olor**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXX.

Tabla LXXI. **Información para análisis estadístico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor**

Muestra	A	B	C
<b>Total</b>	376	380	329
<b>Media</b>	7,52	7,60	6,58
<b>Varianza</b>	1,36	1,59	3,72

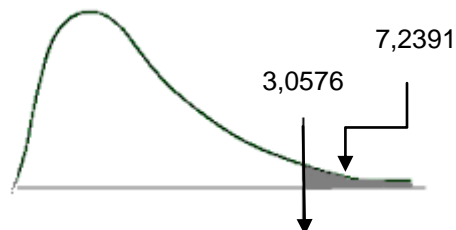
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XXVI.

Tabla LXXII. **Anova de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	32,1733	2	16,0867	7,2391	3,0576
Error	326,6600	147	2,2222		
Total	358,8333	149			

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXXI.

Figura 34. **Régimen crítico de resultados de prueba hedónica a galleta para la característica de sabor**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXXII.



Para realizar el análisis de varianza (Anova) se siguió una distribución de Fisher con un nivel de confianza del 95 %, para evaluar la aceptabilidad o rechazo de cada una de las hipótesis estadísticas planteadas se tomó en cuenta el siguiente criterio: Si la F es mayor a la F crítica se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, si la F es menor que la F crítica se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Lo cual se demuestra en las figuras de régimen crítico del análisis, donde se acepta la hipótesis nula cuando esta está en el rango de aceptabilidad, y se acepta la hipótesis alternativa cuando esta entra en el rango sombreado de gris.

Tabla LXXIII. **Resumen de resultados de análisis Anova**

Análisis	F	F crítico	Cumplimiento de hipótesis	
			Nula	Alternativa
Rendimiento de oleorresina de corteza en función de tamaño se partícula.	117,710	4,066		X
Rendimiento de oleorresina de hojas en función de tamaño se partícula.	129,510	4,066		X
Rendimiento de oleorresina en función de la sección de la planta.	34,237	4,301		X
Rendimiento de oleorresina de corteza en función del tamaño de lote.	1,862	5,987	X	
Rendimiento de oleorresina de hojas en función del tamaño de lote.	6,263	5,987		X
Cantidad de cinamaldehído en función de sección de la planta.	9,538	5,987		X

Continuación de la tabla LXXIII.

Cantidad de eugenol en función de sección de la planta.	99,373	5,987		X
Cantidad de ácido palmítico en .función de sección de la planta.	2,958	5,987	X	
Cantidad de benzil benzoato en función de sección de la planta.	0,873	5,987	X	
Cantidad de cariofileno en función de sección de la planta.	0,565	5,987	X	
Aceptabilidad de color en función de aditivo utilizado.	0,732	3,058	X	
Aceptabilidad de olor en función de aditivo utilizado.	6,272	3,058		X
Aceptabilidad de sabor en función de aditivo utilizado.	7,239	3,058		X

Fuente: elaboración propia, con base a las figuras 22 – 34.



## 4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) a escala laboratorio y planta piloto, densidad, índice de refracción y solubilidad de la oleorresina a temperatura ambiente en hexano, etanol y agua. Además los resultados sobre la aceptabilidad de la galleta de harina de trigo con manzana, elaborada utilizando como aditivo saborizante: los extractos.

Tabla LXXIV. **Rendimiento de la oleorresina de corteza de canela a 4 tamaños de partícula a escala laboratorio, para tamaño de lote de 30 g**

<i>Mesh</i>	Tamaño de partícula promedio (mm)	Rendimiento (%)
4-8	3,531	0,710 ± 0,0004
8-12	1,880	1,055 ± 0,0025
12-16	1,194	1,476 ± 0,0067
16-80	0,532	1,078 ± 0,0004

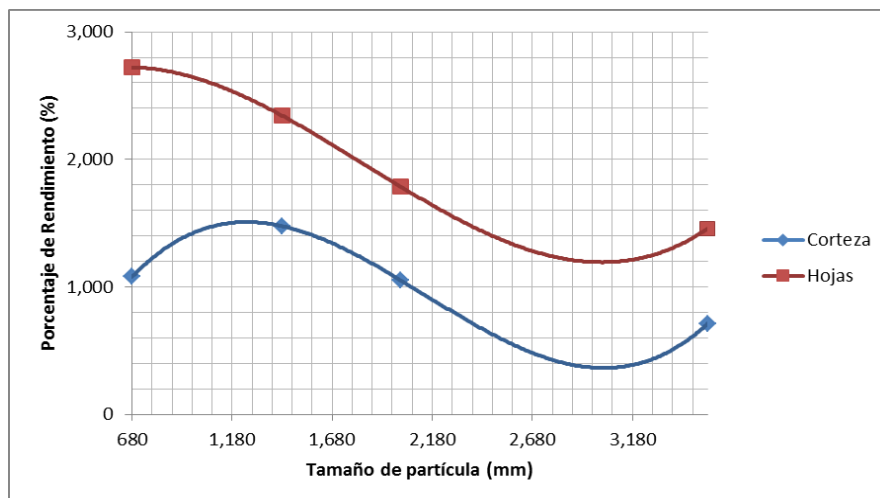
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXX, XLVII y XLVIII.

Tabla LXXV. Rendimiento de la oleorresina de hojas de canela a 4 tamaños de partícula a escala laboratorio, para tamaño de lote de 30 g

Mesh	Tamaño de partícula promedio (mm)	Rendimiento (%)
4-8	3,531	1,455 ± 0,0026
8-12	1,880	1,788 ± 0,0004
12-16	1,194	2,343 ± 0,0108
16-80	0,582	2,722 ± 0,0158

Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XXXI, XLIX y L.

Figura 35. Rendimiento de la oleorresina de corteza y hojas de canela en función del tamaño de partícula a escala laboratorio, para lote de 30 g



Fuente: elaboración propia, con base a las tablas LXXIV y LXXV.

Tabla LXXVI. **Modelo matemático del rendimiento de la oleorresina en función del tamaño de partícula, para lote de 30 g**

Color	Sección de la planta	Modelo matemático	Tamaño óptimo (mm)
	Corteza	$\%R = 0,4036(\phi)^3 - 2,5967(\phi)^2 + 4,6066(\phi) - 0,9811$	1,253
	Hojas	$\%R = 0,2313(\phi)^3 - 1,2802(\phi)^2 + 1,3913(\phi) + 2,295$	0,662

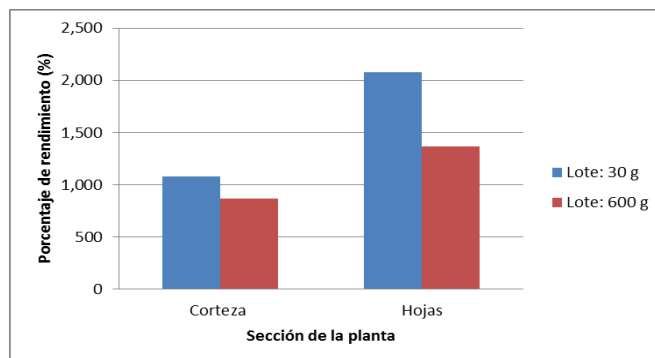
Fuente: elaboración propia, con base a la figura 35.

Tabla LXXVII. **Rendimiento de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta y el tamaño de lote**

Sección de la planta	Rendimiento (%)	
	Lote: 30 g	Lote: 600 g
Corteza	1,080 ± 0,0823	0,866 ± 0,0218
Hojas	2,077 ± 0,2664	1,366 ± 0,0587

Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XLVII – LVI.

Figura 36. **Comparación del rendimiento de oleorresina de corteza y hojas de canela a escala laboratorio**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXXVII.

Tabla LXXVIII. **Densidad de la oleorresina de canela**

Sección de la planta	Densidad (g/mL)
Corteza	1,760 ± 0,010
Hojas	1,623 ± 0,006

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLII.

Tabla LXXIX. **Índice de refracción de la oleorresina de canela**

Sección de la planta	Índice de refracción
Corteza	1,5768 ± 0,0003
Hojas	1,5705 ± 0,0005

Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLIII.

Tabla LXXX. **Solubilidad a temperatura ambiente de la oleorresina**

Sección de la planta	Solvente	Solubilidad (g/100mL)
Corteza	Hexano grado industrial	35,556 ± 3,849
	Etanol al 95 %	13,651 ± 0,550
	Agua desmineralizada	Insoluble
Hojas	Hexano grado industrial	7,231 ± 0,153
	Etanol al 95 %	5,043 ± 0,074
	Agua desmineralizada	Insoluble

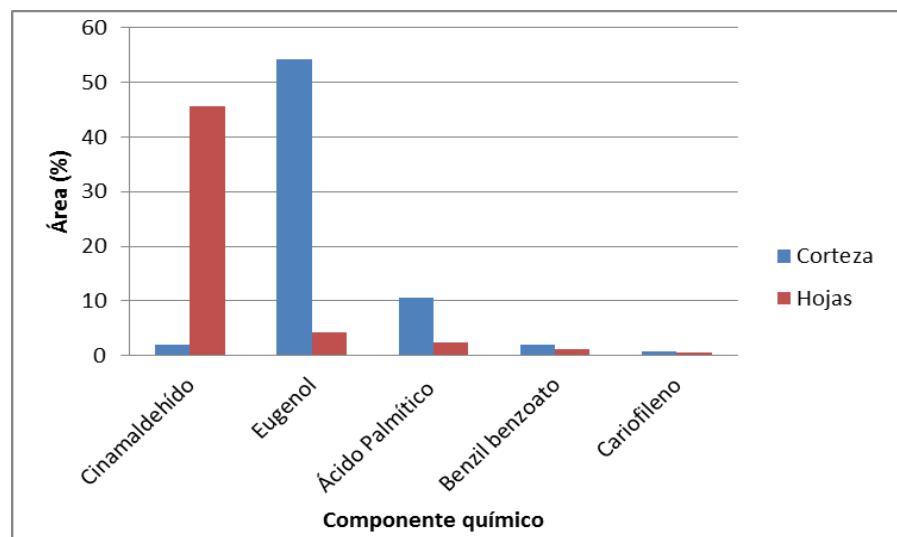
Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XLIV y XLV.

Tabla LXXXI. **Componentes químicos principales de la oleorresina**

Sección de la planta	Componente químico	Área (%)
Corteza	Cinamaldehído	2,038 ± 1,088
	Eugenol	54,246 ± 9,725
	Ácido palmítico	10,623 ± 9,322
	Benzil benzoato	1,978 ± 0,841
	Cariofileno	0,849 ± 0,020
Hojas	Cinamaldehído	45,656 ± 28, 228
	Eugenol	4,153 ± 2,560
	Ácido palmítico	2,384 ± 2,213
	Benzil benzoato	1,247 ± 1,319
	Cariofileno	0,598 ± 0,424

Fuente: elaboración propia, con base a las tablas LVII – LXVI.

Figura 37. **Componentes químicos principales de la oleorresina de canela**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXXXI.



Tabla LXXXII. **Análisis microbiológico a la galleta de harina de trigo con manzana**

Parámetro	Muestra A		Muestra B		Muestra C	
	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)	Resultado (NMP/g)	Límite (NMP/g)
Coliformes totales	< 3	No indica	< 3	No indica	< 3	No indica
Coliformes fecales	< 3	No indica	< 3	No indica	< 3	No indica
<i>Escherichica coli</i>	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Conclusiones	Satisfactorio		Satisfactorio		Satisfactorio	

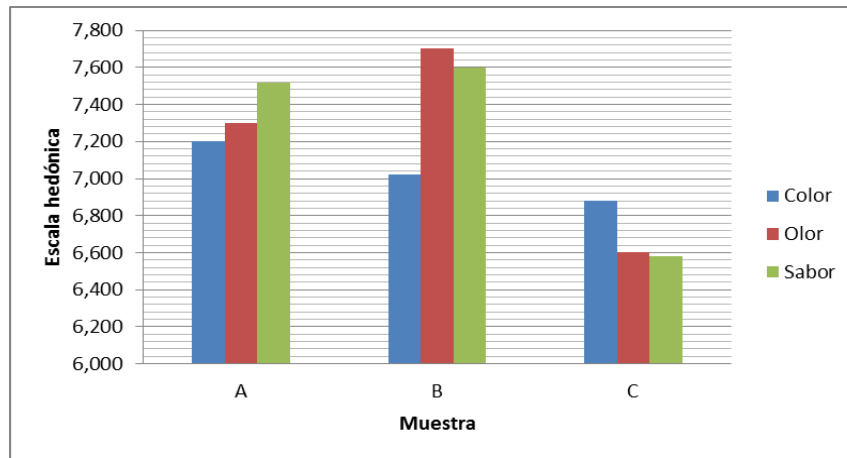
Fuente: elaboración propia, con base a la tabla XLVI.

Tabla LXXXIII. **Prueba hedónica de 9 puntos para galleta de harina de trigo con manzana y como aditivo saborizante: extracto**

Muestra	Aditivo saborizante	Característica			Conclusión
		Color	Olor	Sabor	
<b>A</b>	Canela en polvo	7,20 ± 1,39	7,28 ± 1,43	7,52 ± 1,16	Satisfactorio
<b>B</b>	Oleoresina de corteza	7,02 ± 1,36	7,68 ± 1,42	7,60 ± 1,26	Satisfactorio
<b>C</b>	Oleoresina de hojas	6,88 ± 1,22	6,64 ± 1,59	6,58 ± 1,93	Satisfactorio

Fuente: elaboración propia, con base a las tablas LXVII – LXXII.

Figura 38. **Prueba hedónica de 9 puntos para galleta de harina de trigo con manzana y como aditivo saborizante extracto**



Fuente: elaboración propia, con base a la tabla LXXXIII.

Tabla LXXXIV. **Prueba de hipótesis por análisis de varianza (Anova) de un solo factor**

No.	Hipótesis referente a	Diferencia significativa		
		No existe	Si existe	
1	Rendimiento de oleorresina de canela en función del tamaño de partícula.	Corteza		X
		Hojas		X
2	Rendimiento de oleorresina de canela en función de la sección de la planta.			X
3	Rendimiento de oleorresina de canela en función del tamaño de lote.	Corteza	X	
		Hojas		X

Continuación de la tabla LXXXIV.

4	Componentes químicos de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.	Cinamaldehído		X
		Eugenol		X
		Ácido Palmítico	X	
		Benzil benzoato	X	
		Cariofileno	X	
5	Aceptación de la galleta de harina de trigo con manzana en función del aditivo saborizante.	Color	X	
		Olor		X
		Sabor		X

Fuente: elaboración propia, con base a las tablas XLVII – LXXII.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de graduación se realizó la lixiviación de hojas y corteza de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) con el objetivo de evaluar el rendimiento de la extracción de esta en función del tamaño de partícula, la sección de la planta utilizada y del tamaño de lote, y realizar su caracterización fisicoquímica para posteriormente aplicarla como aditivo saborizante en una galleta de harina de trigo con manzana y medir la aceptación del público a la galleta por medio de una prueba hedónica de nueve puntos.

Se trabajó con corteza y hojas deshidratadas provenientes del municipio de San Antonio del departamento de Suchitepéquez. Como pretratamientos a la extracción se realizaron la molienda y el tamizaje de la materia prima. La corteza fue molida en un molino de discos para granos y las hojas fueron molidas en una licuadora industrial. Luego la materia prima fue agregada a una tamizadora por 8 minutos para separarla según el tamaño de partículas de estudio (tamices: núm. 4, 8, 12, 16 y 80).

En la tabla XXVIII se presenta el análisis granulométrico para la corteza; obteniendo que la mayor cantidad de materia vegetal se retuvo en el tamiz núm. 8 con 52,53 % y la menor cantidad en el tamiz núm. 80 con 8,91 %. En el caso de las hojas se presenta el análisis granulométrico en la tabla XXIX, indicando que el tamiz núm. 8 retuvo la mayor cantidad de materia con 42,64 % y el que menor cantidad retuvo fue el tamiz núm. 16 con 11,27 %.

Posterior a los pretratamientos fueron realizadas las pruebas preliminares con el fin de determinar el tiempo óptimo para la extracción de oleorresina, por el método Soxhlet y la medición de la absorbancia del extracto en el espectrofotómetro UV-VIS.

Se agregaron al dedal de celulosa, 10 g de materia prima y en el matraz se agregaron 150 mL de hexano grado industrial. Al accionarse la plancha de calentamiento se tomó una alícuota de la solución contenida en la cámara de extracción por medio de una sonda de alimentación, para medir su absorbancia, luego se tomó la absorbancia de la solución cada 30 minutos hasta que esta tuviera el mismo valor de la absorbancia del hexano puro, lo que significó que se había llegado al agotamiento de la materia prima. En el apéndice 1 se encuentran los resultados a las pruebas preliminares determinando que, para la corteza, el tiempo óptimo de la extracción fue de 3 horas y para las hojas fue de 5 horas.

Posteriormente se realizaron las extracciones de oleorresina a escala laboratorio para un tamaño de lote de 30,00 g, para cada extracción se agregó canela y hexano grado industrial en una relación 1:5 m/v. Las variables evaluadas fueron 2 secciones de la planta y 4 tamaños de partícula, realizando 3 repeticiones de cada una, dando como resultado 24 extracciones. Las secciones de la planta fueron: corteza y hojas, los tamaños de partícula promedio fueron: 3,531, 1,880, 1,194 y 0,582 mm. Las extracciones a escala laboratorio para un tamaño de lote de 600,00 g fueron realizadas para dos secciones de la planta (corteza y hojas) y 4 repeticiones para cada una, dando como resultado 8 extracciones.

En las tablas LXXIV y LXXV se presenta el rendimiento de la extracción de oleorresina de corteza y de hojas de canela, en la cual se observa que, a medida que se disminuye el tamaño de partícula, el rendimiento extractivo aumenta, teniendo un rendimiento máximo de  $1,476 \pm 0,007$  % para la corteza que corresponde a un tamaño de partícula promedio de 1,194 mm y para las hojas de  $2,722 \pm 0,016$  % que corresponde a un tamaño de partícula promedio de 0,582 mm.

En la figura 35 se muestra la gráfica que compara el porcentaje de rendimiento de oleorresina tanto de corteza como de hojas en función del tamaño de partícula, donde se puede observar que tienen una relación inversamente proporcional y en la tabla LXXVI se presenta el modelo matemático para la extracción. Para ambas secciones de la planta se determinó una tendencia polinomial de tercer orden y a partir de esta ecuación se dedujo que el tamaño óptimo de extracción es de 1,253 mm para la corteza y para las hojas de 0,662 mm.

En el caso de la corteza de canela se presenta la siguiente tendencia: el rendimiento extractivo aumenta conforme el tamaño de la partícula disminuye hasta el punto en el que la tendencia cambia. En esta situación las partículas que entran en el rango de tamaño de partícula comprendida entre tamiz núm. 16 y núm. 80 se consideran finas, la disminución de cantidad de oleorresina extraída se da porque se presenta compactación de la materia prima y se forman falsas vías para el solvente.

Por medio del análisis de varianza, el cuál se muestra en las tablas XLVII a la L, se determinó que sí existe diferencia significativa para el rendimiento de oleorresina en función del tamaño de partícula.

En la tabla LXXVII se presenta que en la extracción de oleorresina de hojas de canela se obtiene mayor rendimiento que en la extracción de corteza; siendo de:  $2,077 \pm 0,267 \%$  y  $1,080 \pm 0,082 \%$ , respectivamente. Por medio del análisis de varianza en las tablas LI y LII se determinó que sí existe diferencia significativa en la extracción de oleorresina en función de la sección de la planta utilizada.

Se realizó la extracción de oleorresina para un tamaño de lote de 600,00 gramos tanto de corteza como de hojas. Se mantuvo la relación 1:5 m/v de solvente agregando 3,00 L de hexano grado industrial. En la tabla LXXVII se presenta que el rendimiento de oleorresina para corteza fue de  $0,866 \pm 0,022 \%$  y para hojas de  $1,366 \pm 0,059 \%$ . En la figura 36 se muestra la comparación entre el rendimiento promedio obtenido a tamaño de lote de 30,00 g y el rendimiento obtenido a tamaño de lote de 600,00 g que, por medio del análisis de varianza en las tablas LIII a la LVI, se determinó que no existe diferencia significativa entre ambos rendimientos para la extracción con corteza mientras que sí para la extracción con hojas.

Posteriormente se realizó la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de canela por medio de la medición de la densidad, índice de refracción, solubilidad a temperatura ambiente en hexano grado industrial, etanol y agua desmineralizada, e identificación de los componentes químicos presentes en la oleorresina por cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS.

En la tabla LXXVIII se presentan los valores obtenidos para la densidad de la oleorresina, para la de corteza fue de  $1,760 \pm 0,010 \text{ g/mL}$  y para la de hojas fue de  $1,623 \pm 0,006 \text{ g/mL}$ . En la tabla LXXIX se presenta el índice de

refracción de la oleorresina de corteza y de hojas, siendo:  $1,5768 \pm 0,0003$  y  $1,5705 \pm 0,0005$ , respectivamente.

La tabla LXXX muestra la solubilidad a temperatura ambiente de la oleorresina tanto de corteza como de hojas de canela, tales resultados fueron presentados como gramos de oleorresina por 100 mL de solvente. Utilizando como solvente hexano grado industrial la solubilidad de la oleorresina fue de  $35,556 \pm 3,849$  g para la de corteza y para la de hojas de  $7,231 \pm 0,153$  g. Utilizando etanol como solvente la oleorresina de corteza presentó una solubilidad de  $13,651 \pm 0,550$  g y para la de hojas de  $5,043 \pm 0,074$  g. Y, finalmente, utilizando como solvente agua desmineralizada la oleorresina extraída de ambas secciones de planta fue insoluble.

Se realizaron las cromatografías en el Laboratorio de Química Avanzada de la Universidad del Valle, para las 2 secciones de la planta y los 4 tamaños de partícula dando en total 8 análisis, se muestran en el anexo 1 los cromatogramas y del anexo 2 al 9 se muestra los componentes químicos mayoritarios por extracto analizado. A partir de estos datos se determinaron los 5 componentes químicos que se encontraron en los 8 análisis de las oleorresinas y se colocaron en la tabla LXXXI.

Los componentes químicos analizados fueron: cinamaldehído, eugenol, ácido palmítico, benzil benzoato y cariofileno; para el extracto de corteza se obtuvo  $2,038 \pm 1,088$  %,  $54,246 \pm 9,725$  %,  $10,623 \pm 9,322$  %,  $1,978 \pm 0,841$  % y  $0,849 \pm 0,020$  %, respectivamente, y de hojas  $45,656 \pm 28,228$  %,  $4,153 \pm 2,560$  %,  $2,384 \pm 2,213$  %,  $1,247 \pm 1,319$  % y  $0,598 \pm 0,424$  %, respectivamente. En la figura 37 se pueden observar los componentes químicos analizados y el porcentaje de área según la sección de la planta utilizada. Se



determinó que el componente químico mayoritario para la oleorresina de corteza fue el eugenol y para la oleorresina de hojas fue el cinamaldehído.

Las tablas LVII a la LXVI muestran el análisis de la varianza de los componentes químicos en función de la sección de la planta utilizada para la extracción, determinando que para cinamaldehído y eugenol sí existe diferencia significativa, caso contrario para el ácido palmítico, benzil benzoato y cariofileno.

Se realizaron las galletas de harina de trigo con manzana utilizando como aditivo saborizante oleorresina de corteza, oleorresina de hojas y canela comercial en polvo, denominadas muestra C, muestra B y muestra A, respectivamente.

Fueron realizadas 4 formulaciones para las galletas elaboradas utilizando como aditivo saborizante oleorresina, la diferencia fue la cantidad de aditivo (1, 2, 3 y 4 gotas por cada 100 g de mezcla). Estas fueron sometidas a evaluación con un panel de 5 personas y se determinó que, para las galletas, la cantidad de oleorresina de corteza para someter a análisis sensorial sería de 3 gotas y para la oleorresina de hojas la cantidad de 2 gotas.

El análisis microbiológico de las galletas fue realizado en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Por ser una galleta sin relleno y que no fue elaborada con productos lácteos solamente se analizó la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, según la norma RTCA 67.04.50:08. Los análisis se encuentran en el anexo 10 y el resumen de los resultados para las galletas analizadas se presenta en la tabla LXXXII, la cual muestra el resultado y el límite máximo permitido, siendo no indicado para coliformes totales y

fecales y menos a 3 NMP/g para *E. coli*, las muestras fueron satisfactorias en los parámetros, por lo que se demostró que la galleta se encuentra libre de microorganismos y que no causará enfermedades al consumidor.

Se determinó la aceptabilidad de la galleta por medio de la prueba hedónica de 9 puntos a un panel de 50 jueces, en la que 1 corresponde a me disgusta muchísimo y 9 corresponde a me gusta muchísimo. Para el panel fueron escogidas personas al azar sin distinción de edad ni de género. A cada juez se le entregó una galleta de cada muestra en bolsas plásticas cuidadosamente selladas para no modificar sus propiedades organolépticas.

En la tabla LXXXIII se muestra que los valores de la prueba hedónica de las galletas fueron aceptadas satisfactoriamente, ya que los datos son mayores al valor crítico medio de 6,5, y en la figura 38 se muestra una comparación entre las características evaluadas; en el caso del color obtuvo mejor aceptabilidad la muestra A, para el olor fue mayor la aceptabilidad de la muestra B y para el sabor la aceptación fue parcialmente mayor la muestra B seguida por la muestra A. En términos generales tuvo mayor aceptabilidad la muestra B que corresponde a oleorresina de corteza y la galleta con menor aceptabilidad fue la muestra C que corresponde a oleorresina de hojas de canela.

Según el análisis de varianza que compara la aceptación del color, olor y sabor de la galleta en función del aditivo saborizante, el cual se muestra en las tablas LXVII a la LXXII, no existe diferencia significativa para el color de la galleta mientras que los jueces sí percibieron diferencia significativa para el sabor y el olor, para mejorar la aceptabilidad en el caso del uso de la oleorresina de corteza como aditivo alimenticio y para disminuir la aceptabilidad en el caso de la oleorresina de hojas, en comparación con el uso de canela en

polvo. Por medio de la prueba hedónica se determinó que la oleorresina de canela puede ser utilizada como aditivo saborizante y odorífero.

En la tabla LXXXIV se muestra la prueba de las hipótesis propuestas para el estudio, determinando que sí existe diferencia significativa entre el rendimiento de oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada y el tamaño de partícula, para el tamaño de lote presentó diferencia significativa para la extracción con hojas, caso contrario para la extracción con corteza. Se determinó que existe diferencia significativa en la presencia de cinamaldehído y eugenol en función de la sección de la planta utilizada para la extracción, mientras que no hubo diferencia significativa para el ácido palmítico, benzil benzoato y cariofileno.

Para la aceptación de la galleta de harina de trigo con manzana en función del aditivo saborizante utilizado, se determinó que no existe diferencia significativa para la percepción del color, caso contrario para el olor y sabor.

## CONCLUSIONES

1. El rendimiento extractivo de la oleorresina de canela presenta diferencia significativa en función del tamaño de partícula, la cual tiene una relación inversamente proporcional siendo de 1,476 % para la extracción con corteza y de 2,722 % para la extracción con hojas.
2. El tamaño de partícula óptimo de extracción de oleorresina es de 1,253 mm para la corteza y de 0,662 mm para las hojas.
3. Existe diferencia significativa del rendimiento de oleorresina de canela en función de la sección de la planta, siendo mayor la cantidad de oleorresina en la extracción con hojas que con corteza (2,077 % y 1,080 %, respectivamente).
4. El rendimiento de la oleorresina de canela en función del tamaño de lote no presentó diferencia significativa para la extracción con corteza mientras que si la presentó para la extracción con hojas.
5. La densidad de la oleorresina extraída de la corteza es de 1,760 g/mL y de 1,623 g/mL para la extraída de las hojas, y el índice de refracción es de 1,5768 para la extraída de corteza y de 1,5705 para la extraída de hojas.

6. La solubilidad de la oleorresina de corteza a temperatura ambiente fue de 35,556 g, utilizando como solvente hexano, 13,651 g utilizando etanol e insoluble para agua como solvente, y la solubilidad de la oleorresina de hojas fue de 7,231 g utilizando como solvente hexano, 5,043 g empleando etanol e insoluble para agua como solvente.
7. No existe diferencia significativa en el contenido de ácido palmítico, benzil benzoato y cariofileno en función de la sección de la planta, caso contrario para el contenido de cinamaldehído y eugenol. Siendo el cinamaldehído el componente químico mayoritario en la oleorresina extraída de hojas con 45,656 % de área y el eugenol en la extraída de corteza con 54,246 %.
8. Las galletas de harina de trigo con manzana cumplen con la Norma RTCA 67.04.50:08 al estar libres de coliformes totales, fecales y *Esherichia coli*.
9. Las galletas de harina de trigo con manzana son aceptables al tener valores, en la prueba hedónica mayores al valor crítico medio de 6,5, se determinó que sí existe diferencia significativa en la percepción del olor y el sabor de la galleta en función del aditivo saborizante agregado a la mezcla, caso contrario para el color.

## RECOMENDACIONES

1. Realizar el estudio con extracciones de oleorresina de canela con materia prima proveniente de otra región.
2. Efectuar la extracción de oleorresina de canela con otro solvente para evaluar el rendimiento extractivo y los componentes químicos extraídos.
3. Llevar a cabo la extracción de oleorresina de canela a escala planta piloto.
4. Desarrollar la aplicación de la oleorresina de canela en otros productos alimenticios, tanto derivados de la panificación como productos cárnicos, lácteos, entre otros.
5. Medir la solubilidad de la oleorresina a otras temperaturas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ, Francisco. *Nuevos elementos de química, aplicada a la medicina y a las artes, redactados con arreglo a las ultimas ediciones de los tratados de fila, Thénard, Dumas, &c.* España: Editorial Universidad Complutense, 1839. 656 p.
2. ARREAGA CONSUEGRA, Rocyo Sylvana. *Análisis comparativo de cumarina en canela en polvo, registrada y comercializada en Guatemala.* Trabajo de graduación de Licenciatura de Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 1996. 53 p.
3. CASTAÑO SEPÚLVEDA, María Victoria. *Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo (*Syzygium aromaticum*) y canela (*Cinnamomum verum*), sobre la levadura (*Rhodotorula mucilaginosa*) en leche chocolatada.* Trabajo de graduación de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2012. 81 p.
4. DE LA CRUZ LEONARDO, Aldo Alexander. *Evaluación del porcentaje de rendimiento y caracterización fisicoquímica de la oleoresina de chile blanco (*Capsicum annum A.*) proveniente de tres estratos altitudinales utilizando como solvente de extracción soluciones de alcohol etílico – agua, a escala laboratorio.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2011. 170 p.



5. DEULOFEU GABRIEL, Nora Matilde. *Determinación del rendimiento de la oleorresina de tres distintas clases de cardamomo (Elattaria cardamomum Maton) cultivado en Alta Verapaz, extraída por maceración dinámica y dos solventes distintos, a escala laboratorio.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 112 p.
6. FONNEGRA GÓMEZ, Ramiro de Jesús; JIMÉNEZ RAMÍREZ, Silvia Luz. *Plantas medicinales aprobadas en Colombia.* 2a ed. Colombia: Editorial Universidad de Antioquía, 2007. 371 p.
7. GARRITZ RUIZ, Andoni. *Tú y la química.* México: Pearson Educación, 2001. 809 p.
8. GODOY GAITÁN, Rita María. *Análisis químico, evaluación sensorial, y valor proteico de una galleta de harina de trigo (Triticum aestivum) y harina de arveja dulce (Pisum sativum).* Trabajo de graduación de Maestría en Alimentación y Nutrición. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2010. 119 p.
9. GONZÁLEZ CABRERA, María Verónica. *Conservación de mora, uvilla y frutilla mediante la utilización del aceite esencial de canela (Cinnamomum zeynalicum).* Trabajo de graduación de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Facultad de Ciencias, 2010. 165 p.
10. LÓPEZ MAZÍN, Julio Gabriel. *Evaluación del rendimiento de oleorresina de las hojas de laurel (Litsea guatemalensis) de Tecpán, Chimaltenango en función del tamaño de partícula, utilizando dos*

*solventes distintos a nivel planta piloto.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 59 p.

11. LÓPEZ SÁLAZAR, Keny Abdón. *Extracción y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de la hoja de laurel (Litsea guatemalensis mez.) a nivel laboratorio, utilizando tres concentraciones de solvente.* Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2009. 139 p.
12. MADRID VICENTE, Antonio. *Los aditivos en los alimentos.* España: AMV Ediciones, 2003. 251 p.
13. MADRID VICENTE, Antonio. *Nuevo manual de industrias alimentarias.* España: AMV Ediciones, 1993. 575 p.
14. MILTON, J. Susan. *Probabilidad y estadística con aplicaciones para ingeniería y ciencias computacionales.* 4a ed. México: McGraw-Hill, 2004. 804 p.
15. MONTGOMERY, Douglas C. *Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería.* 2a ed. México: Limusa Wiley, 2007. 948 p.
16. ORTÍZ GARCÍA, Mariajosé. *Evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de oleorresina de chile chamborote (Capsicum annum spp.) proveniente de tres regiones de Guatemala, utilizando maceración dinámica con reflujo a nivel laboratorio en función del tiempo de extracción.* Trabajo de graduación de Ing. Química.

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería,  
2012. 163 p.

17. QUAGLIA, Giovanni. *Ciencia y tecnología de la panificación*. España: Editorial Acribia S.A., 1997. 654 p.
18. RAY, Bibek. *Fundamentos de microbiología de los alimentos*. 4a ed. España: McGraw-Hill, 2010. 352 p.
19. RUIZ FUNES, Luis Ernesto. *Diseño de un proceso para la obtención de una galleta a partir de harina de trigo enriquecida con paraíso blanco (Moringa oleifera) y su respectiva evaluación nutricional*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 365 p.
20. SHARAPIN, Nikolai. *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Colombia: Convenio Andrés Bello, 2000. 240 p.
21. SOBERANIS IBÁÑEZ, Adrián Antonio. *Evaluación de propiedades fisicoquímicas de la oleorresina de cardamomo (Elletteria 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.
22. VANDEVENNE, Corrie Allaert. *Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos*. España: Ediciones Díaz y Santos S. A., 2002. 457 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Pruebas preliminares para la extracción de oleorresina

Las pruebas preliminares ayudaron a determinar el tiempo óptimo de la extracción de oleorresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), se realizó la medición de la absorbancia de la solución obtenida de la cámara de extracción del sistema Soxhlet, la cual fue comparada con la absorbancia del hexano puro hasta que fueran iguales, indicando el agotamiento de la materia prima.

Tabla I. Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 4 y 8

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,064
30	0,059
60	0,042
90	0,039

Figura 1. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 4 y 8**

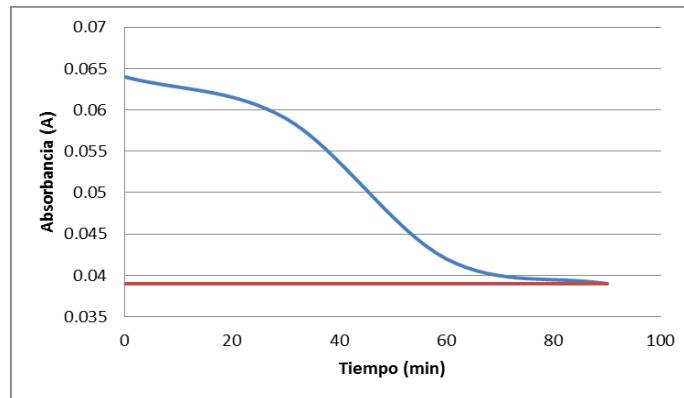


Tabla II. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 8 y 12**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,049
30	0,043
60	0,040
90	0,039

Figura 2. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 8 y 12**

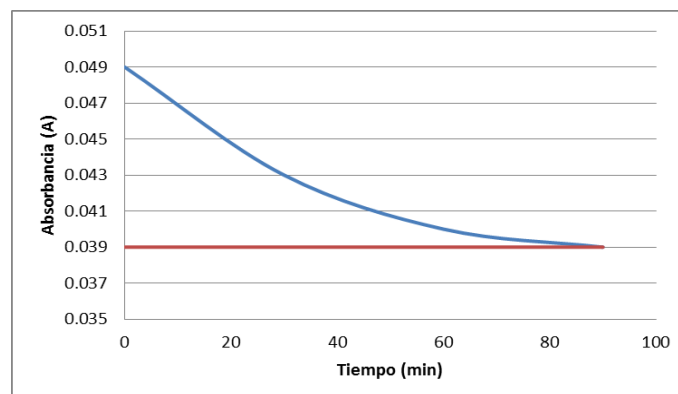


Tabla III. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 12 y 16**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,057
30	0,045
60	0,041
90	0,041
120	0,039

Figura 3. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 12 y 16**

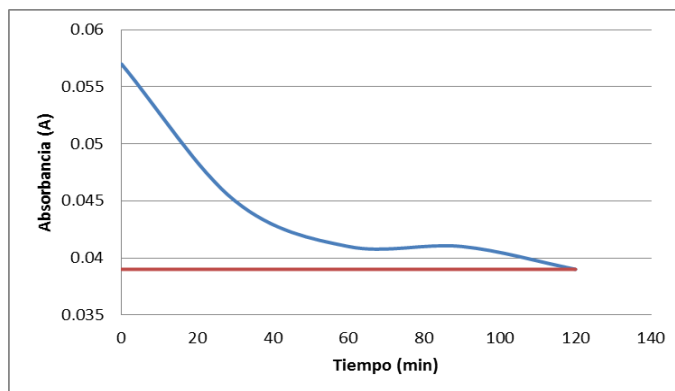


Tabla IV. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 16 y 80**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,060
30	0,050
60	0,046
90	0,041
120	0,039

Figura 4. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 16 y 80**

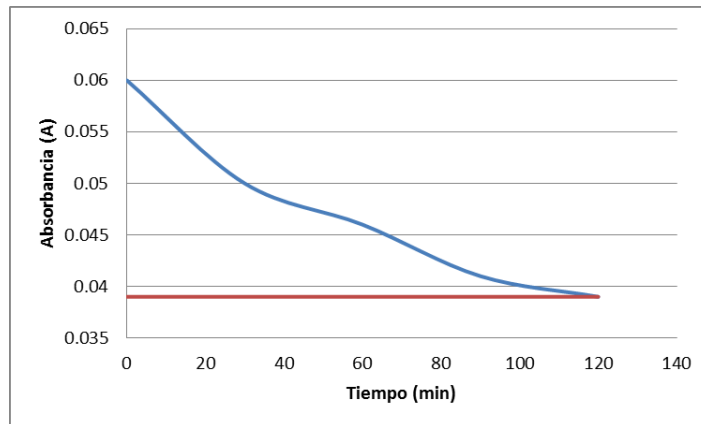


Tabla V. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 4 y 8**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,252
30	0,133
60	0,097
90	0,081
120	0,074
150	0,056
180	0,056
210	0,053
240	0,052
270	0,048
300	0,046
330	0,046
360	0,046

Figura 5. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 4 y 8**

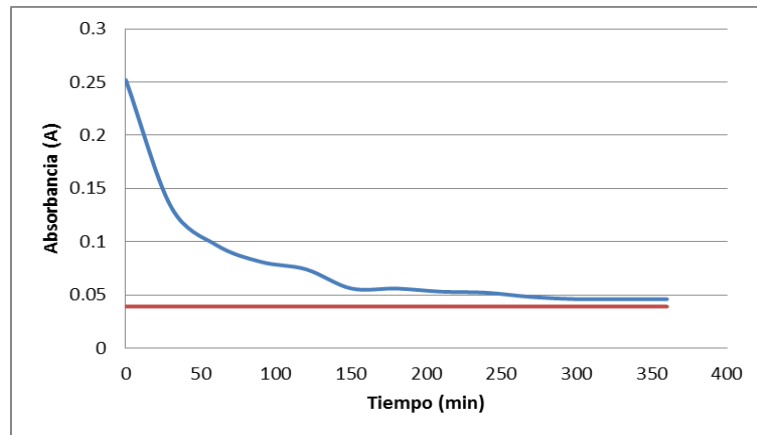


Tabla VI. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 8 y 12**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,605
30	0,169
60	0,136
90	0,105
120	0,073
150	0,067
180	0,062
210	0,061
240	0,059
270	0,055
300	0,052
330	0,046
360	0,046



Figura 6. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 8 y 12**

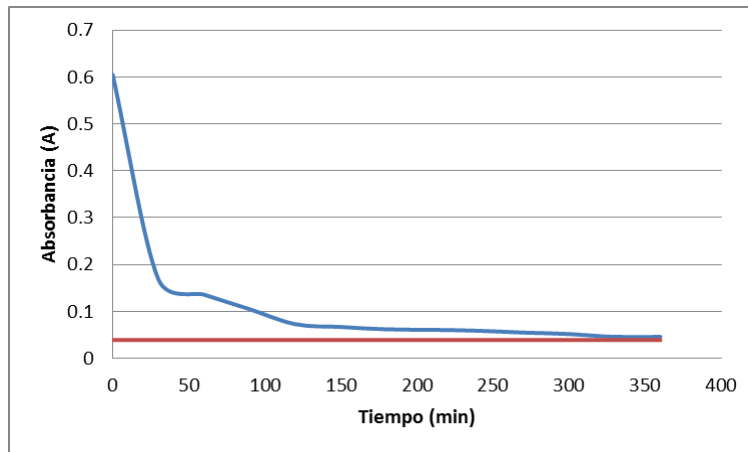


Tabla VII. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 12 y 16**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,417
30	0,114
60	0,093
90	0,086
120	0,073
150	0,064
180	0,058
210	0,052
240	0,051
270	0,049
300	0,047
330	0,046
360	0,046

Figura 7. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 12 y 16**

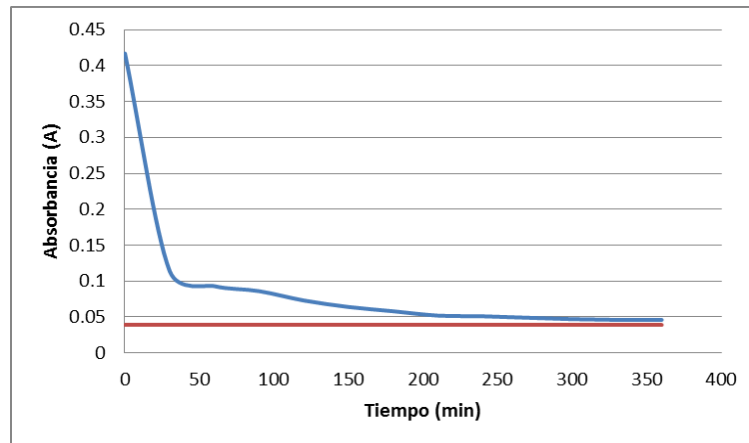
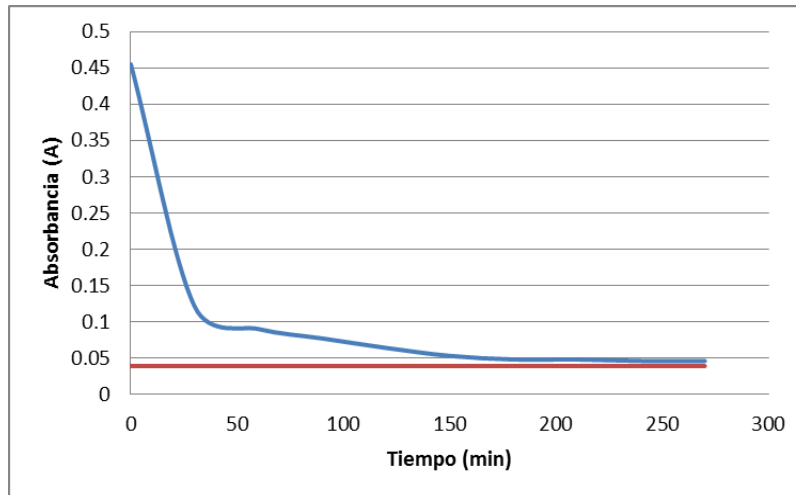


Tabla VIII. **Absorbancia de la solución para la extracción de hojas tamaño entre *mesh* núm. 16 y 80**

Tiempo (min)	Absorbancia solución (A)
0	0,455
30	0,121
60	0,090
90	0,077
120	0,064
150	0,053
180	0,048
210	0,048
240	0,046
270	0,046

Figura 8. **Absorbancia de la solución para la extracción de corteza tamaño entre *mesh* núm. 16 y 80**



Se determinó que el tiempo óptimo de extracción de oleorresina de canela con corteza fue de 3 horas (tablas I – IV) y de 5 horas para hojas (tablas V – VIII).

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. **Muestra de cálculo**

### **Análisis granulométrico**

El cálculo necesario para realizar el análisis granulométrico fue el porcentaje de retención en cada uno de los tamices.

### Porcentaje de retención (%)

$$R = \frac{m_R}{m_T} * 100$$

[Ecuación 1]

Donde:

*R*: Porcentaje de retención (%)

*m<sub>R</sub>*: Masa retenida en cada tamiz (g)

*m<sub>T</sub>*: Masa total (g)

Ejemplo:

Se realizó la granulometría de corteza de canela, se agregaron a la tamizadora 594,90 g de corteza molida y quedaron retenidas en el tamiz núm. 12, 121,7 g. Determinar el porcentaje de retención del tamiz núm. 12.

$$R = \frac{121,1 \text{ g}}{594,9 \text{ g}} * 100 = 20,46 \%$$

Se determinó que el porcentaje de retención del tamiz núm. 12 fue de 20,46 %.

### Extracción de oleorresina

Los cálculos necesarios en la extracción de oleorresina fueron la determinación de la masa de oleorresina extraída y el porcentaje de rendimiento de la extracción.

Masa de oleorresina

$$m_{\text{oleo}} = m_{\text{balón+oleo}} - m_{\text{balón}}$$

[Ecuación 2]

Donde:

$m_{oleo}$ : masa de oleorresina (g)

$m_{balón+oleo}$ : masa de balón con oleorresina (g) al final de rotaevaporación

$m_{balón}$ : masa de balón vacío (g)

Ejemplo:

Se realizó la extracción de oleorresina de corteza de canela por el método de maceración dinámica con reflujo, se filtró y se rotaevaporó. Para la rotaevaporación se pesó el balón vacío, luego se concentró y se pesó el balón junto con el extracto. Determinar la masa de oleorresina obtenida; para la corrida 1 se obtuvo masa de balón 169,96 g y masa de balón más oleorresina de 170,17 g.

$$m_{oleo} = 170,17 \text{ g} - 169,96 \text{ g} = 0,21 \text{ g}$$

Se determinó masa de oleorresina de 0,21 g.

Porcentaje de rendimiento

$$\%R = \frac{m_{oleo}}{m_{MP}} * 100$$

[Ecuación 3]

Donde:

$\%R$ : Porcentaje de rendimiento de extracción (adimensional)

$m_{oleo}$ : masa de oleorresina (g)

$m_{MP}$ : masa de materia prima inicial (g)

Ejemplo:

Para la primera corrida de extracción de oleorresina de canela con tamaño de partícula entre *mesh* núm. 4 y 8, teniendo los siguientes datos: masa

de oleorresina de 0,21 g y materia prima inicial de 29,99 g. Determinar el porcentaje de rendimiento de la extracción.

$$\%R = \frac{0,21 \text{ g}}{29,99 \text{ g}} * 100 = 0,710 \%$$

El rendimiento de la extracción fue de 0,710 %.

### Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos comprenden: densidad, índice de refracción, solubilidad y cromatografías de gases con acoplamiento a espectrometría de masas, de los cuales no fue medición directa el de densidad y solubilidad.

#### Densidad

$$\rho = \frac{m_{oleo}}{V_{oleo}}$$

[Ecuación 4]

Donde:

$\rho$ : densidad de oleorresina (g/mL).

$m_{oleo}$ : masa de oleorresina (g).

$V_{oleo}$ : volumen de oleorresina (mL).

Ejemplo:

La densidad de la oleorresina se determinó por medio de una probeta de 5 mL, a la cual se le agregó 1 mL de oleorresina de corteza de canela, la cual pesó 1,62 g.

$$\rho = \frac{1,62 \text{ g}}{1,00 \text{ mL}} = 1,62 \text{ mL}$$

La densidad de la oleorresina es de 1,62 mL.

## Solubilidad

$$S_{oleo\ canela}^{amb} = \frac{m_{oleo}}{V_{solvente}} * 100\ mL$$

[Ecuación 5]

Donde:

$S_{oleo\ canela}^{amb}$  : solubilidad de oleorresina de canela a temperatura ambiente.

$m_{oleo}$ : masa de oleorresina inicial (g).

$V_{solvente}$ : volumen de solvente agregado (mL).

Ejemplo:

Se realizó la medición de la solubilidad a temperatura ambiente de la oleorresina de canela obtenida tanto de corteza como de hojas. Se utilizó como solvente hexano grado industria, etanol 95 % y agua desmineralizada. Determinar la solubilidad si se agregó 0,10 g de oleorresina y 0,30 mL de hexano.

$$S_{oleo\ canela}^{amb} = \frac{0,10\ g}{0,30\ mL} * 100\ mL = 33,33\ g$$

La solubilidad es de 33,33 g de oleorresina en 100 mL de hexano.

## Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó por el método de análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor. El método se describe a continuación

Total

$$T = \sum Xi$$

[Ecuación 6]

Donde:

T: Total.

Xi: Resultado de cada corrida.

Ejemplo:

Para la extracción de oleorresina de corteza *mesh* entre 4 y 8 a escala laboratorio, se obtuvieron los siguientes datos: 0,700 %, 0,696 % y 0,733 %. Determinar el total.

$$T = 0,700 \% + 0,696 \% + 0,733 \% = 2,129 \%$$

El total es de 2,129 %.

Media

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{T}{n}$$

[Ecuación 7]

Donde:

$\bar{X}$  : media.

T: total.

n: número de corridas.

Ejemplo:

Determinar la media de los datos: 0,700 %, 0,696 % y 0,733 %, correspondientes a la extracción de oleorresina de corteza de canela tamaño entre *mesh* 4 y 8.

$$\bar{X} = \frac{0,700 \% + 0,696 \% + 0,733 \%}{3} = \frac{2,129 \%}{3} = 0,710 \%$$

La media es de 0,710 %.



Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

[Ecuación 8]

Donde:

S: desviación estándar.

X<sub>i</sub>: dato de cada corrida.

X: media.

n: número de corridas.

Ejemplo:

Determinar la desviación estándar con los siguientes datos: 0,700 %, 0,696 % y 0,733 %, correspondientes a la extracción de oleorresina de corteza de canela tamaño entre *mesh* 4 y 8, cuya media es de 0,710 %.

$$S = \sqrt{\frac{(0,700 - 0,710)^2 + (0,696 - 0,710)^2 + (0,733 - 0,710)^2}{3}} = 0,0004 \%$$

La desviación estándar fue de 0,0004 %.

Varianza

$$S^2 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}$$

[Ecuación 9]

Donde:

S<sup>2</sup>: varianza.

X<sub>i</sub>: dato de cada corrida.

X: media.

n: número de corridas.

Ejemplo:

Determinar la varianza con los siguientes datos: 0,700 %, 0,696 % y 0,733 %, correspondientes a la extracción de oleoresina de corteza de canela tamaño entre *mesh* 4 y 8, cuya media es de 0,710 %.

$$s^2 = \frac{(0,700 - 0,710)^2 + (0,696 - 0,710)^2 + (0,733 - 0,710)^2}{3} = 1,60 * 10^{-07}$$

El cual se puede determinar elevando al cuadrado la desviación estándar, como se indica a continuación.

$$s^2 = (0,0004)^2 = 1,60 * 10^{-07}$$

La varianza fue de  $1,60 * 10^{-07}$  %.

Tabla de Anova

A continuación se presenta las ecuaciones necesarias para realizar la tabla Anova de un solo factor.

### Diseño de clasificación unidireccional con efectos fijos

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de cuadrados	F
Tratamiento	$SST = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{(\sum Xi^2)}{N}$ [Ecuación 10]	$k - 1$ [Ecuación 12]	$MSTR = \frac{SST}{k - 1}$ [Ecuación 14]	$F = \frac{MSTR}{MSE}$ [Ecuación 16]
Error	$SSE = \sum Xi^2 - \sum \left(\frac{T^2}{n}\right)$ [Ecuación 11]	$N - k$ [Ecuación 13]	$MSE = \frac{SSE}{N - k}$ [Ecuación 15]	

Fuente: MILTON (2004). *Probabilidad y estadística*, p. 520.

Donde:

SST: suma de cuadrados para tratamientos.

SSE: suma de cuadrados para error.

T: total.

$X_i$ : dato de cada corrida.

N: total de repeticiones realizadas por cada experimento.

n: número de corridas.

MSTR: promedio de los cuadrados para tratamientos.

MSE: promedio de los cuadrados para error.

F: valor de Fisher.

El valor F de Fisher fue comparado con el valor de F crítico, el cuál fue determinado por medio de la tabla de distribución de Fisher la cual se encuentra en el Anexo 22. Para realizar los cálculos necesarios para el análisis de varianza Anova se utilizó el programa Excel con la opción de análisis de datos en la sección Análisis de varianza de un solo factor. A continuación se muestra el análisis para la extracción de corteza de canela.

#### **Información para análisis estadístico de extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio**

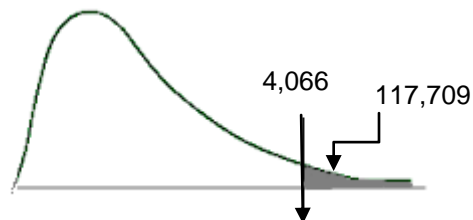
<b>Mesh</b>	<b>4-8</b>	<b>8-12</b>	<b>12-16</b>	<b>16-80</b>
<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>	0,700	1,065	1,400	1,100
	0,696	1,000	1,563	1,067
	0,733	1,099	1,467	1,066
<b>Total (%)</b>	2,129	3,164	4,430	3,233
<b>Media (%)</b>	0,710	1,055	1,477	1,078
<b>Varianza (%)</b>	0,0004	0,0025	0,0067	0,0004

### Anova para extracción de oleorresina de corteza de canela a escala laboratorio

Con base a la información de la tabla anterior y utilizando las ecuaciones de la 10 a la 16.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Tratamientos	0,8854	3	0,2951	117,7099	4,0662
Error	0,0200	8	0,0025		
Total	0,9055	11			

### Región crítica para extracción de oleorresina de corteza de canela escala laboratorio



Al ser el valor F de Fisher mayor que el valor de F crítica, indica que entra en el rango en que se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, la cual expresa que si existe diferencia significativa en el rendimiento extractivo de oleorresina de canela en función del tamaño de partícula del material vegetal.

### Apéndice 3. Prueba hedónica de 9 puntos a la galleta

A continuación se presenta el formato utilizado para la realización de la prueba hedónica de 9 puntos a un panel de 50 jueces.

#### Formato utilizado para la prueba hedónica de 9 puntos a la galleta de harina de trigo

Edad:                      Sexo: F M

##### Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo								
2	Me disgusta mucho								
3	Me disgusta moderadamente								
4	Me disgusta un poco								
5	Me es indiferente								
6	Me gusta un poco								
7	Me gusta moderadamente								
8	Me gusta mucho								
9	Me gusta muchísimo								

Comentarios y sugerencias:

Resultados de prueba hedónica de 9 puntos a panel de 50 jueces a galleta de harina de trigo con manzana y canela.

Edad: 18 Sexo:  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									X
6 Me gusta un poco							X		
7 Me gusta moderadamente	X		X					X	
8 Me gusta mucho				X		X			
9 Me gusta muchísimo		X			X				

Comentarios y sugerencias:

Edad: 23 Sexo:  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente	X		X	X			X	X	
8 Me gusta mucho		X			X				
9 Me gusta muchísimo					X	X			X

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 18 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo								
2	Me disgusta mucho								
3	Me disgusta moderadamente								
4	Me disgusta un poco								
5	Me es indiferente								
6	Me gusta un poco								X
7	Me gusta moderadamente		X	X			X	X	
8	Me gusta mucho	X		X					
9	Me gusta muchísimo				X	X			

Comentarios y sugerencias:

Edad: 21 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo								
2	Me disgusta mucho								
3	Me disgusta moderadamente								
4	Me disgusta un poco						X		
5	Me es indiferente				X				
6	Me gusta un poco		X	X	X	X		X	X
7	Me gusta moderadamente	X							
8	Me gusta mucho			X					
9	Me gusta muchísimo								

Comentarios y sugerencias:

ME CONFUNDI

Continuación del apéndice 3.

Edad: 20 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho	X	X	X						
9 Me gusta muchísimo				X	X	X	X	X	X

Comentarios y sugerencias:

Edad:                  Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho		X	X	X			X	X	X
9 Me gusta muchísimo	X				X	X			

Comentarios y sugerencias:



Continuación del apéndice 3.

Edad:      Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco	X								
7 Me gusta moderadamente			X	X	X				
8 Me gusta mucho		X				X	X	X	
9 Me gusta muchísimo									X

Comentarios y sugerencias:

Edad: 72      Sexo: F X M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco								X	
5 Me es indiferente				X					
6 Me gusta un poco			X				X		X
7 Me gusta moderadamente					X	X			
8 Me gusta mucho	X	X							
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 22 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									
5	Me es indiferente									
6	Me gusta un poco									
7	Me gusta moderadamente		X	X	X			X	X	
8	Me gusta mucho	X			X		X			X
9	Me gusta muchísimo					X				

Comentarios y sugerencias:

Edad: 16 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									
5	Me es indiferente									
6	Me gusta un poco									
7	Me gusta moderadamente				X			X		
8	Me gusta mucho					X			X	
9	Me gusta muchísimo	X	X	X		X	X		X	X

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente	X			X		X	X		
8 Me gusta mucho			X		X				X
9 Me gusta muchísimo		X	X					X	

Comentarios y sugerencias:

Edad:            Sexo: F **M**

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									✓
4 Me disgusta un poco					✓		✓	✓	
5 Me es indiferente	✓	✓		✓					
6 Me gusta un poco						✓			
7 Me gusta moderadamente			✓						
8 Me gusta mucho									
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 19 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									X
7 Me gusta moderadamente		X		X	X		X	X	
8 Me gusta mucho	X		X			X			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Edad: 17 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente	X			X			X		
6 Me gusta un poco								X	
7 Me gusta moderadamente		X			X	X			X
8 Me gusta mucho			X						
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 17 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco						X			X
5 Me es indiferente								X	
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente				X			X		
8 Me gusta mucho	X		X		X				
9 Me gusta muchísimo		X							

Comentarios y sugerencias:

La muestra "A" le hace mejor gusto a mi paladar.

Edad: 16 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									X
4 Me disgusta un poco								X	
5 Me es indiferente	X	X	X				X		
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente						X			
8 Me gusta mucho				X	X				
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho				X	X	X	X	X	X
9 Me gusta muchísimo	X	X	X						

Comentarios y sugerencias:

Edad: 17    Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente	X								
6 Me gusta un poco				X	X				
7 Me gusta moderadamente			X			X			
8 Me gusta mucho		X					X		X
9 Me gusta muchísimo								X	

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 18 años Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente			X						
8 Me gusta mucho	X	X			X	X	X	X	X
9 Me gusta muchísimo				X					

Comentarios y sugerencias:

Edad: Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco			X						X
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco		X			X			X	
7 Me gusta moderadamente	X			X		X	X		
8 Me gusta mucho									
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 17 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente					-	X			
8 Me gusta mucho	X			X	X		X		X
9 Me gusta muchísimo		X	X					X	

Comentarios y sugerencias:

Edad: Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo				6					
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco				X					
7 Me gusta moderadamente					X	X			
8 Me gusta mucho							X	X	X
9 Me gusta muchísimo	X	X	X						

Comentarios y sugerencias:



Continuación del apéndice 3.

Edad: 19 Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									X
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco				X					
7 Me gusta moderadamente	X					X	X		
8 Me gusta mucho			X					X	
9 Me gusta muchísimo		X			X				

Comentarios y sugerencias:

Edad: 19 Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									X
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco								X	
7 Me gusta moderadamente							X		
8 Me gusta mucho		X		X					
9 Me gusta muchísimo	X		X		X	X			

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:                      Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente					X			X	
6 Me gusta un poco							X		
7 Me gusta moderadamente				X					
8 Me gusta mucho	X	X							X
9 Me gusta muchísimo	X		X			X			

Comentarios y sugerencias:

Edad:                      Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco		X					X	X	X
7 Me gusta moderadamente			X						
8 Me gusta mucho	X			X	X	X			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco		X							
7 Me gusta moderadamente			X				X	X	X
8 Me gusta mucho	X			X	X	X			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Edad: 23    Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco								✓	
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente		✓							✓
8 Me gusta mucho	✓		✓	✓	✓		✓		
9 Me gusta muchísimo						✓			

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 24 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho	✓	✓	✓					✓	✓
9 Me gusta muchísimo				✓	✓	✓	✓		

Comentarios y sugerencias:

Edad: 23 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco								X	X
7 Me gusta moderadamente	X	X		X			X		
8 Me gusta mucho			X		X				
9 Me gusta muchísimo						X			

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 21 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									
5	Me es indiferente									
6	Me gusta un poco									
7	Me gusta moderadamente				X				X	
8	Me gusta mucho	X				X	X	X		X
9	Me gusta muchísimo		X	X						

Comentarios y sugerencias:

Edad: 22 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									
5	Me es indiferente								X	
6	Me gusta un poco		X							
7	Me gusta moderadamente	X			X			X		X
8	Me gusta mucho			X						
9	Me gusta muchísimo					X	X			

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 27 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco								X	
5 Me es indiferente		X		X			X		
6 Me gusta un poco									X
7 Me gusta moderadamente			X						
8 Me gusta mucho	X					X			
9 Me gusta muchísimo					X				

Comentarios y sugerencias:

Edad: Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco				✓		✓			✓
5 Me es indiferente								✓	
6 Me gusta un poco							✓		✓
7 Me gusta moderadamente		✓	✓		✓		✓		
8 Me gusta mucho	✓				✓				
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Las galletas salieron con consistencia adecuada, lo que no las hace atractivas

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco	X					X			
7 Me gusta moderadamente		X	X					X	X
8 Me gusta mucho				X	X		X		
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias: *Falta nivel de fustes de las galletas en nivel de textura un poco suaves.*

Edad:            Sexo: F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco				X					X
5 Me es indiferente					X				
6 Me gusta un poco		X				X	X		
7 Me gusta moderadamente	X							X	
8 Me gusta mucho			X						
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 23 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco							X		
7 Me gusta moderadamente	X	X		X				X	X
8 Me gusta mucho			X		X	X			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Edad: 17 Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									X
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente	✓								
4 Me disgusta un poco			✓						
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente				X			X	X	
8 Me gusta mucho					X				
9 Me gusta muchísimo		✓				X			

Comentarios y sugerencias:

La muestra "B" fue la de mejor gusto a mi parecer  
 La muestra "C" fue la de peor consistencia en la masa



Continuación del apéndice 3.

Edad: 24 Sexo: F

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho		X	X			X		X	
9 Me gusta muchísimo	X			X	X		X		X

Comentarios y sugerencias:

Edad: 23 Sexo: F

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente	X			X			X		
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente		X	X						
8 Me gusta mucho						X			
9 Me gusta muchísimo					X			X	X

Comentarios y sugerencias:

Textura blanda en muestras A, B y C  
 Muestra A: poco sabor, levemente sabado

Continuación del apéndice 3.

Edad: 22 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									
7 Me gusta moderadamente									
8 Me gusta mucho	X			X	X	X	X	X	X
9 Me gusta muchísimo		X	X	X	X	X			

Comentarios y sugerencias:

Edad: Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									X
5 Me es indiferente	X							X	
6 Me gusta un poco		X	X	X					
7 Me gusta moderadamente					X	X	X		
8 Me gusta mucho									
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco									X
7 Me gusta moderadamente		X	X				X		
8 Me gusta mucho	X			X	X				
9 Me gusta muchísimo						X		X	

Comentarios y sugerencias:

Edad:            Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente		X						X	
6 Me gusta un poco	X			X		X	X		X
7 Me gusta moderadamente			X		X				
8 Me gusta mucho									
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad: 23 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente		↙						↘	
6 Me gusta un poco							↙	↘	↘
7 Me gusta moderadamente	↙		↘						
8 Me gusta mucho				↙	↘	↘			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Edad: 23 Sexo:  F  M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho					X				
3 Me disgusta moderadamente		X					X		
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente								X	
6 Me gusta un poco	X			X					X
7 Me gusta moderadamente			X						
8 Me gusta mucho						X			
9 Me gusta muchísimo									

Comentarios y sugerencias:

Las galletitas están ricas pero les falta crunch.

Continuación del apéndice 3.

Edad:                      Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente									
6 Me gusta un poco		X							
7 Me gusta moderadamente			X			X			
8 Me gusta mucho					X		X	X	
9 Me gusta muchísimo	X			X					X

Comentarios y sugerencias:

Edad:                      Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1 Me disgusta muchísimo									
2 Me disgusta mucho									
3 Me disgusta moderadamente									
4 Me disgusta un poco									
5 Me es indiferente								X	
6 Me gusta un poco	X								
7 Me gusta moderadamente						X	X		
8 Me gusta mucho			X	X	X				
9 Me gusta muchísimo		X							X

Comentarios y sugerencias:

Continuación del apéndice 3.

Edad:            Sexo: F M

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									X
5	Me es indiferente								X	
6	Me gusta un poco	X								
7	Me gusta moderadamente			X	X			X		
8	Me gusta mucho		X				X			
9	Me gusta muchísimo					X				

Comentarios y sugerencias:

Edad: 18    Sexo: F (M)

**Estudio de aceptabilidad hacia alimento tipo galleta de harina de trigo, manzana y canela**

A continuación se presentan tres galletas. Pruebe cada una de ellas y en base a su opinión, marque con una X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque solo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala		Muestra: A			Muestra: B			Muestra: C		
		Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor	Color	Olor	Sabor
1	Me disgusta muchísimo									
2	Me disgusta mucho									
3	Me disgusta moderadamente									
4	Me disgusta un poco									
5	Me es indiferente						X			
6	Me gusta un poco	X		X						
7	Me gusta moderadamente		X		X	X		X		X
8	Me gusta mucho			X					X	
9	Me gusta muchísimo			X						

Comentarios y sugerencias:

Fuente: Elaboración propia.

#### Apéndice 4. **Desarrollo experimental**

##### **Árbol canelo**



**Materia prima vegetal deshidratada.** A la izquierda corteza y a la derecha hoja de canela



San Antonio, Suchitepéquez.

**Molienda de la materia prima.** Para corteza se utilizó un molino de granos y para hojas se utilizó una licuadora industrial



**Análisis granulométrico de la materia prima.** Se utilizaron tamices 4, 8, 12, 16 y 80





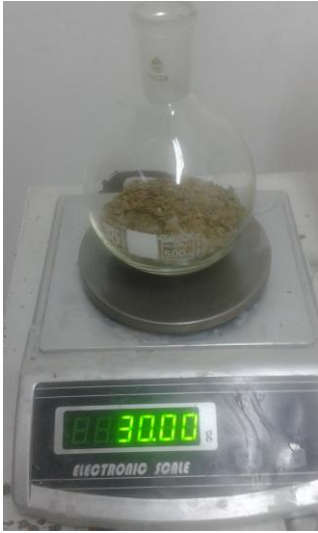


Sección Concretos y aglomerantes industriales, CII/USAC.

**Pruebas preliminares.** Para determinar el tiempo óptimo de extracción se utilizó el equipo Soxhlet y el Espectrofotómetro UV-VIS, se utilizaron 10 g de materia prima y 150 mL de solvente (hexano grado industrial)



**Pruebas de laboratorio.** Se realizó por el método de maceración dinámica con reflujo a temperatura ambiente, utilizando como solvente hexano grado industrial; 30 g de materia prima y 150 mL de solvente



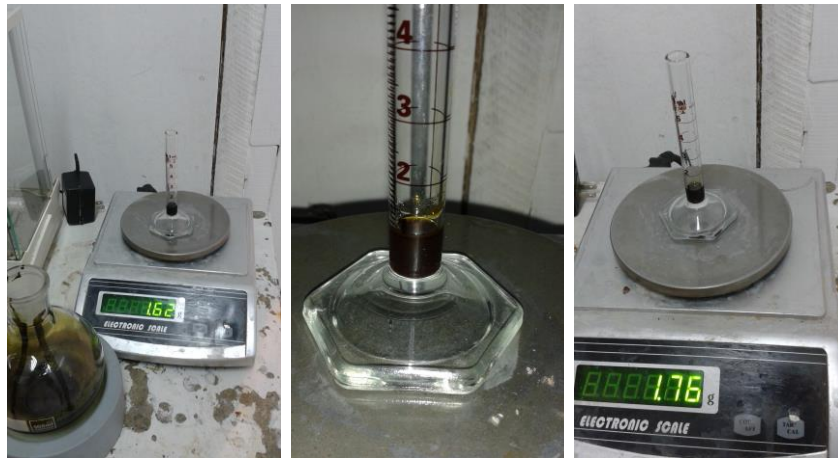


**Extracción a escala planta piloto. Método maceración dinámica con reflujo**





### Medición de la densidad



### Medición de índice de refracción



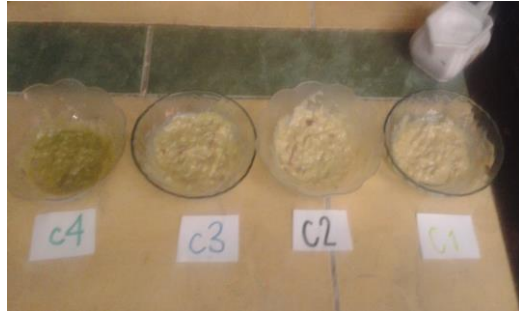
**Medición de la solubilidad a temperatura ambiente.** Se utilizaron como solventes: hexano grado industrial, etanol al 95 % y agua desmineralizada



Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE), CII/USAC.

## Elaboración de la galleta de harina de trigo con manzana y canela





3era Ave. 6-200 zona 1, Salcajá.

## Prueba hedónica de la galleta de harina de trigo con manzana



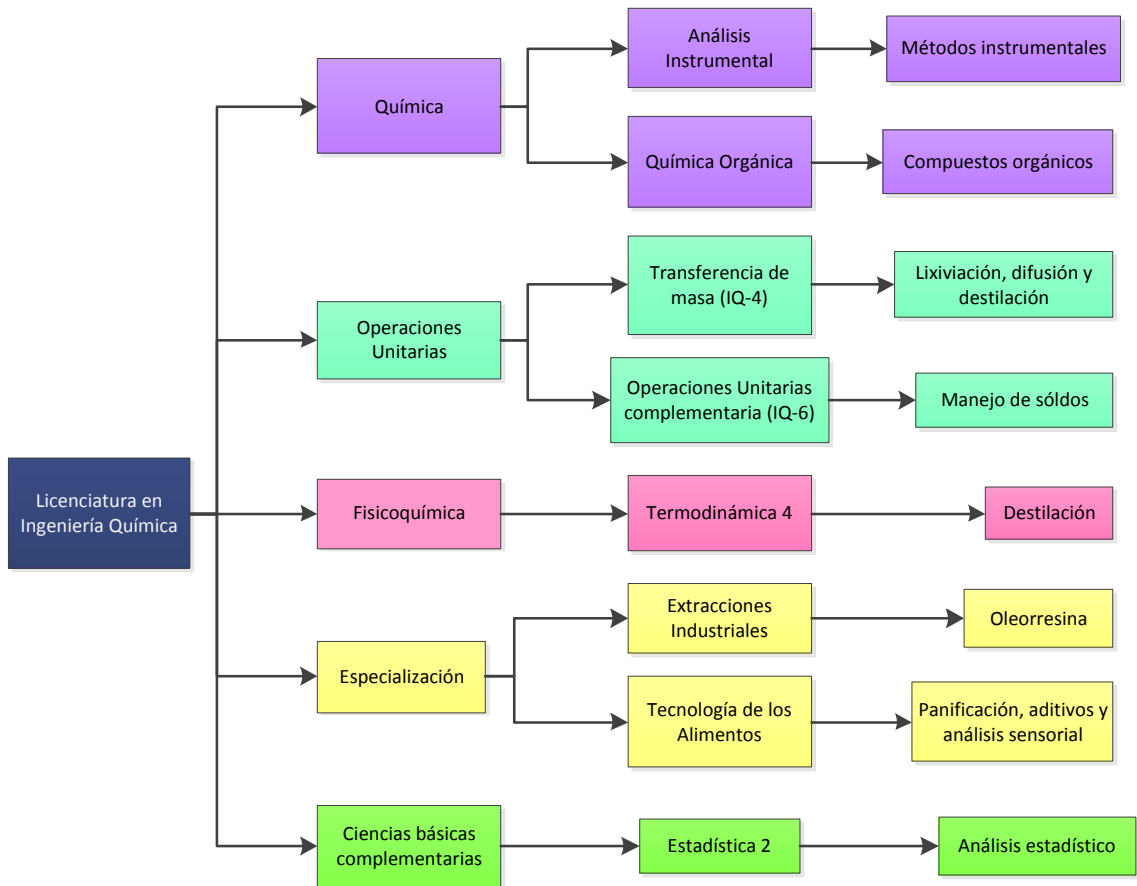




Universidad de San Carlos de Guatemala y 30 calle "A" 9-56 zona 12, colonia "El Bosque".

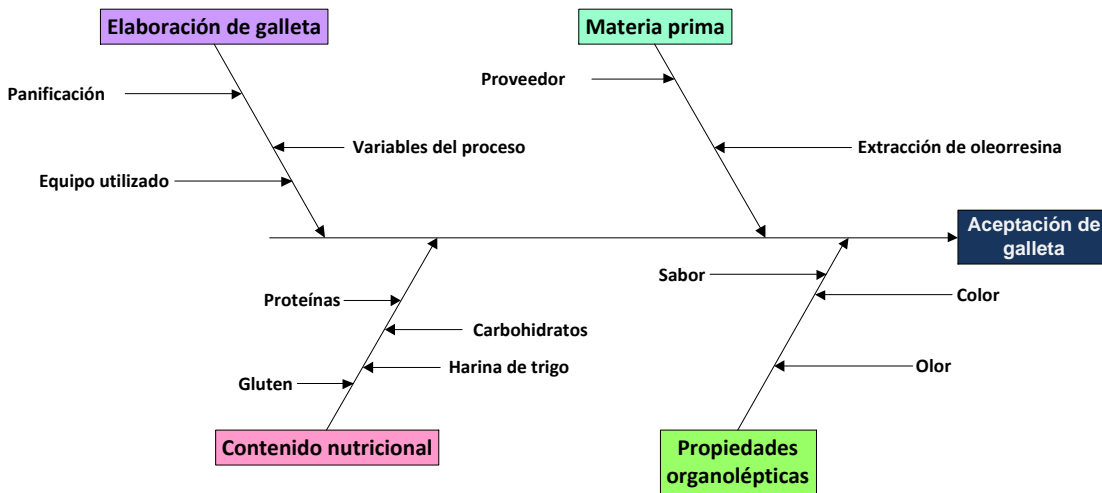
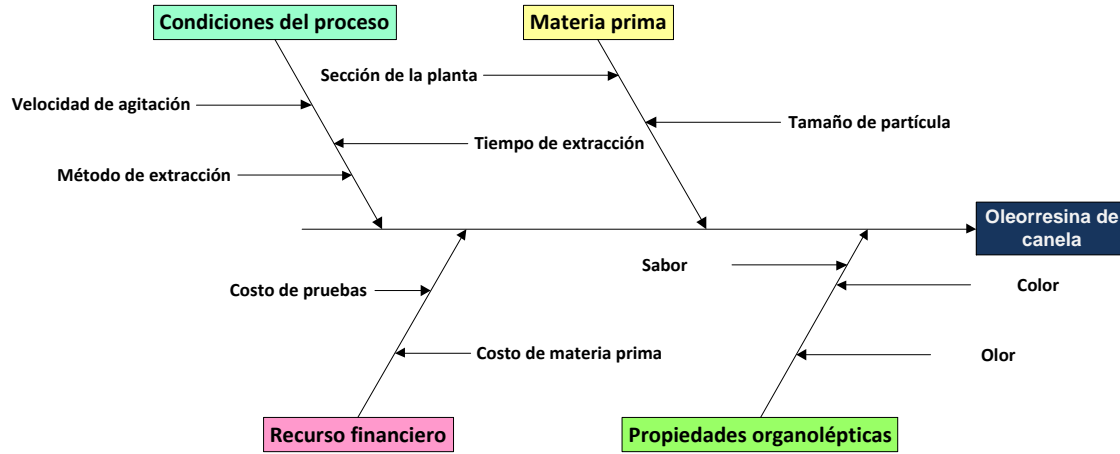
Apéndice 5.

Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Diagrama de ishikawa

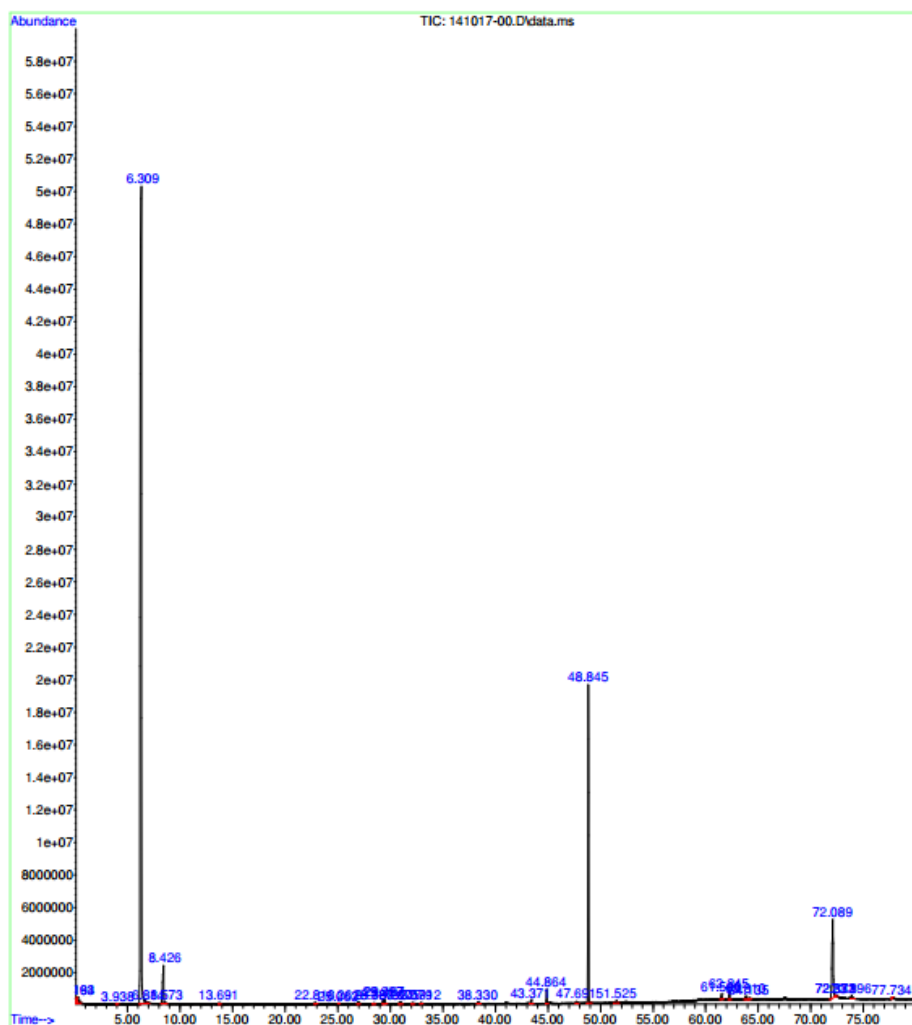


Fuente: elaboración propia.

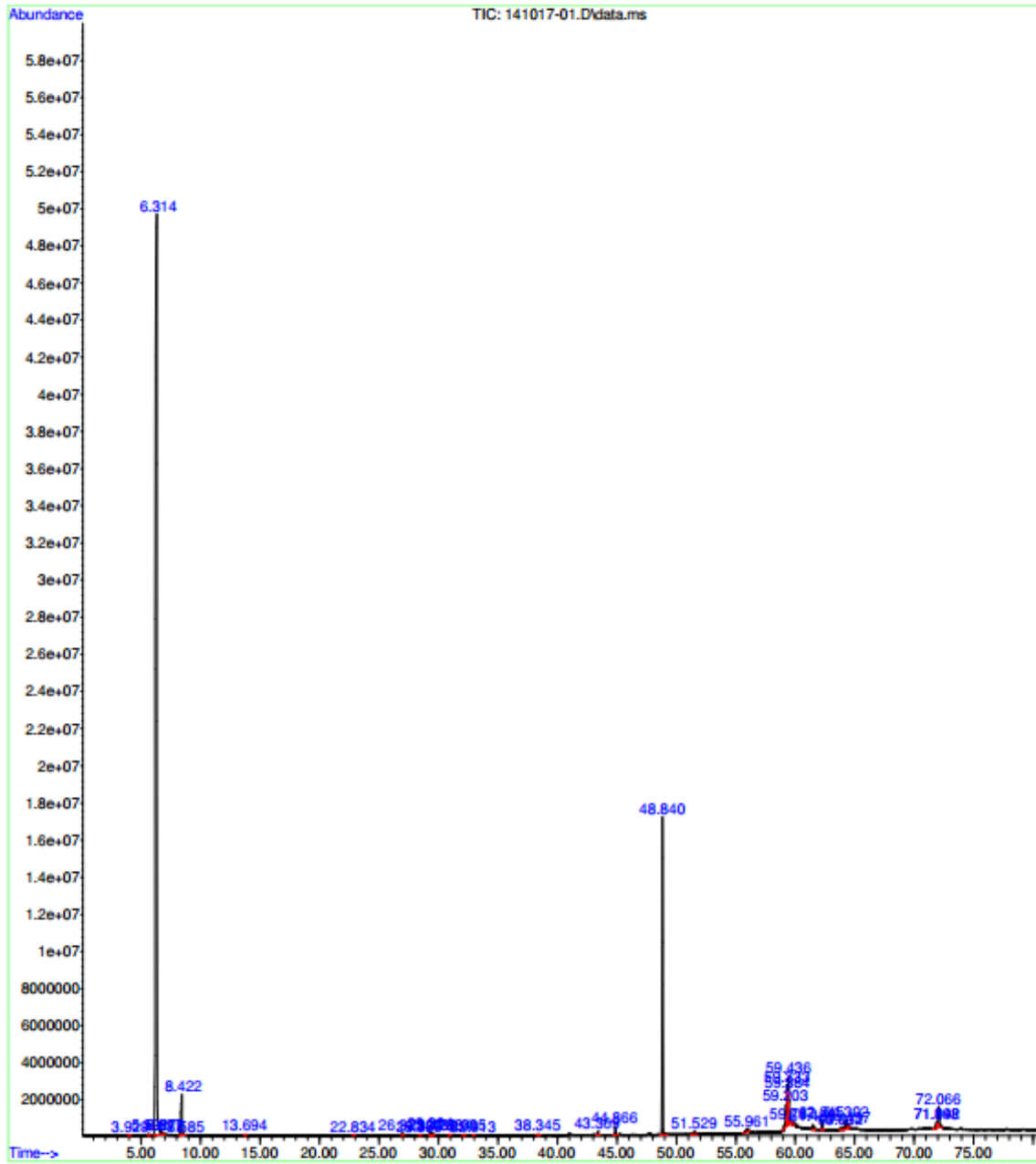
## ANEXOS

### Anexo 1. Cromatogramas de oleorresina de corteza y de hojas de canela en función del tamaño de partícula.

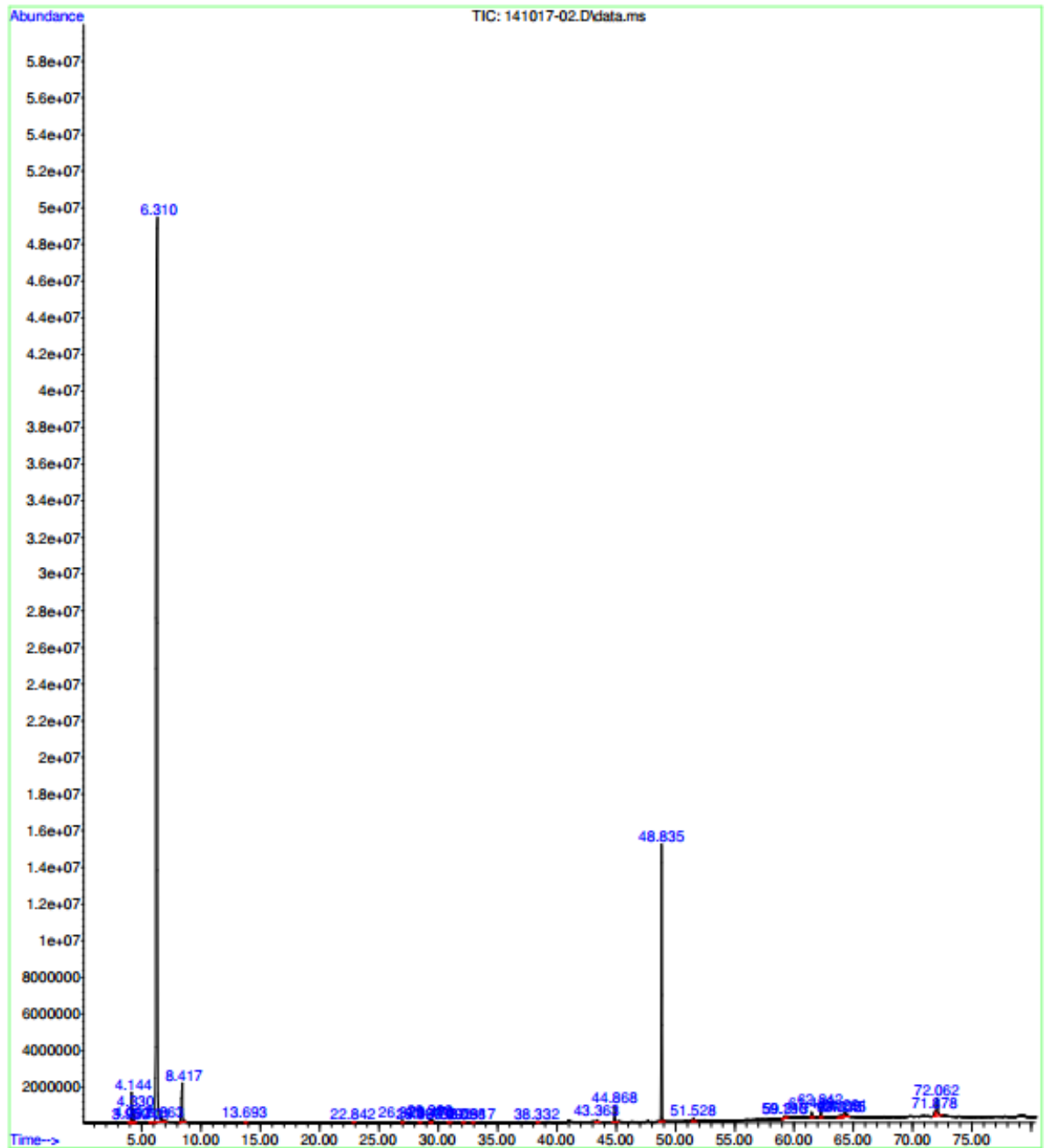
Primero se presentan los de corteza, seguidos por los de hojas en orden ascendente de tamaño de partícula.



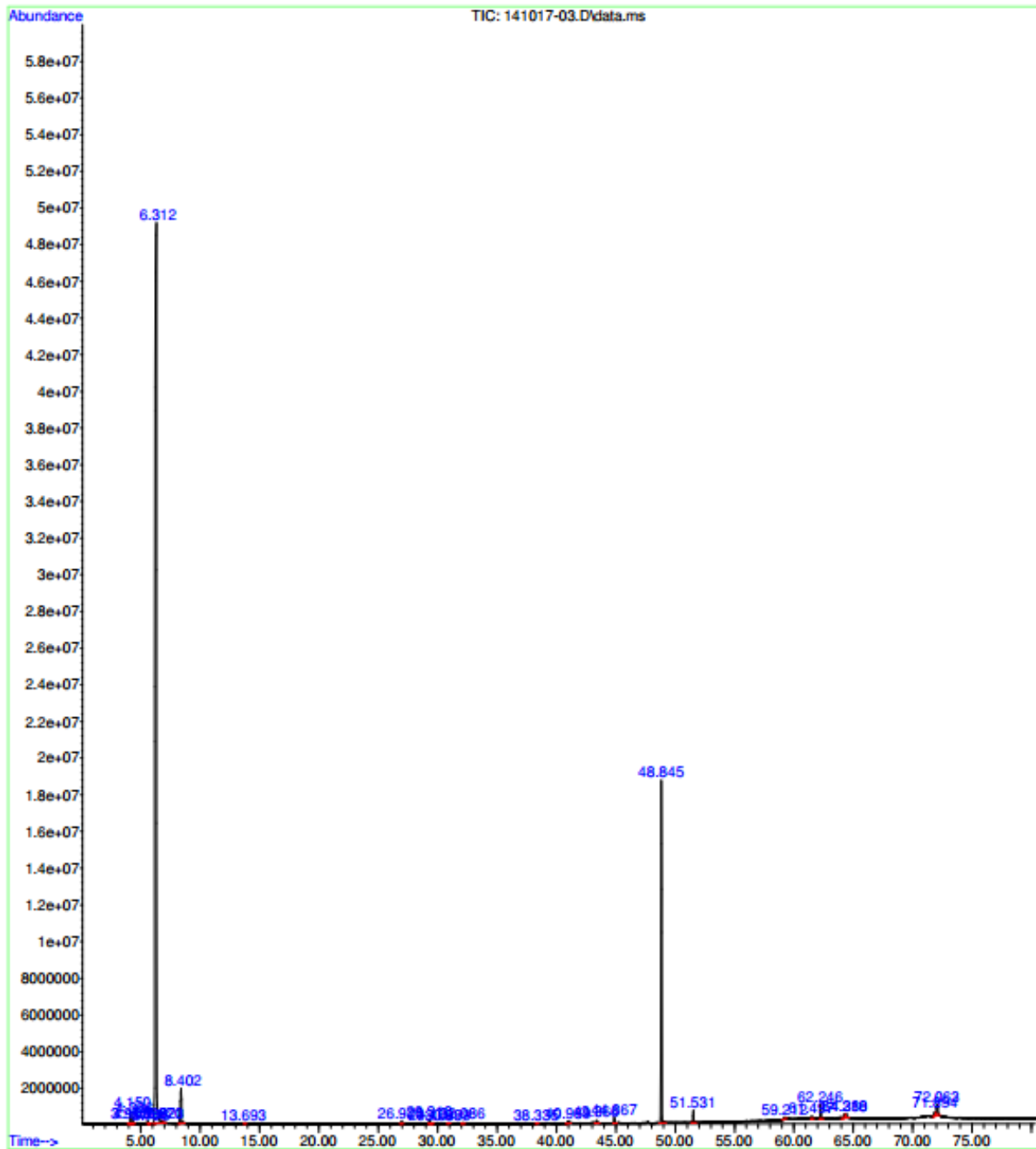
Continuación del anexo 1.



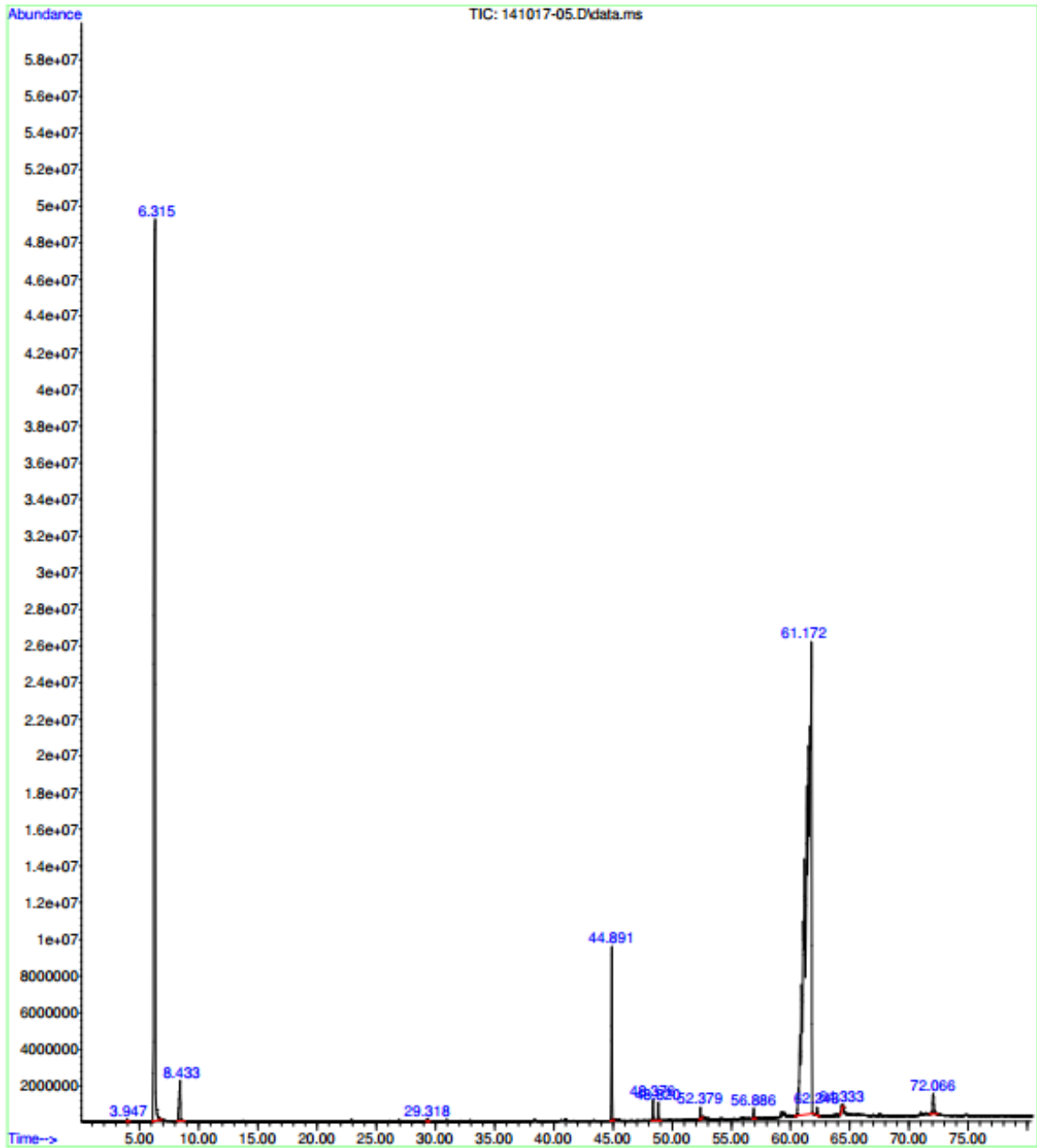
Continuación del anexo 1.



Continuación del anexo 1.

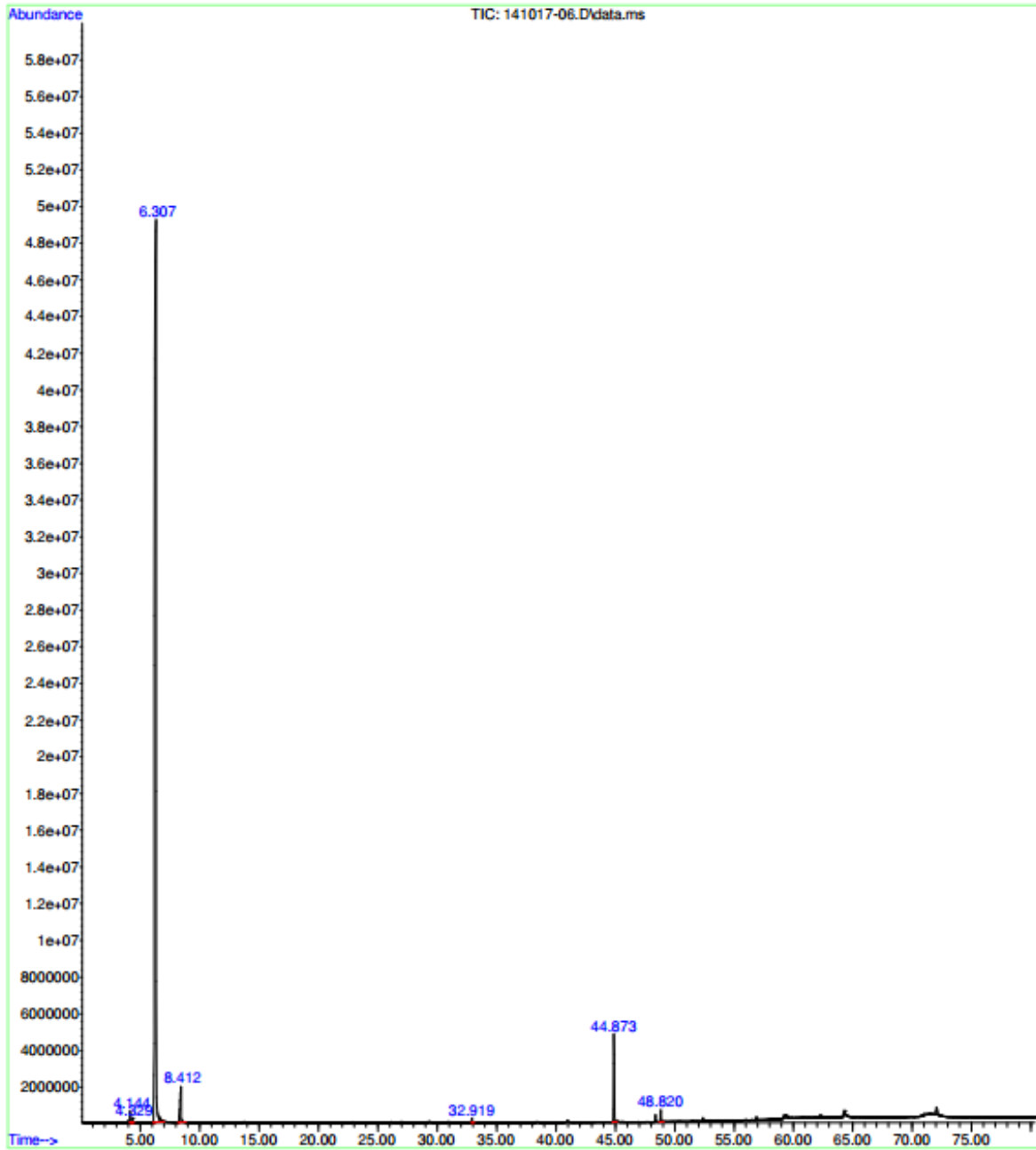


Continuación del anexo 1.

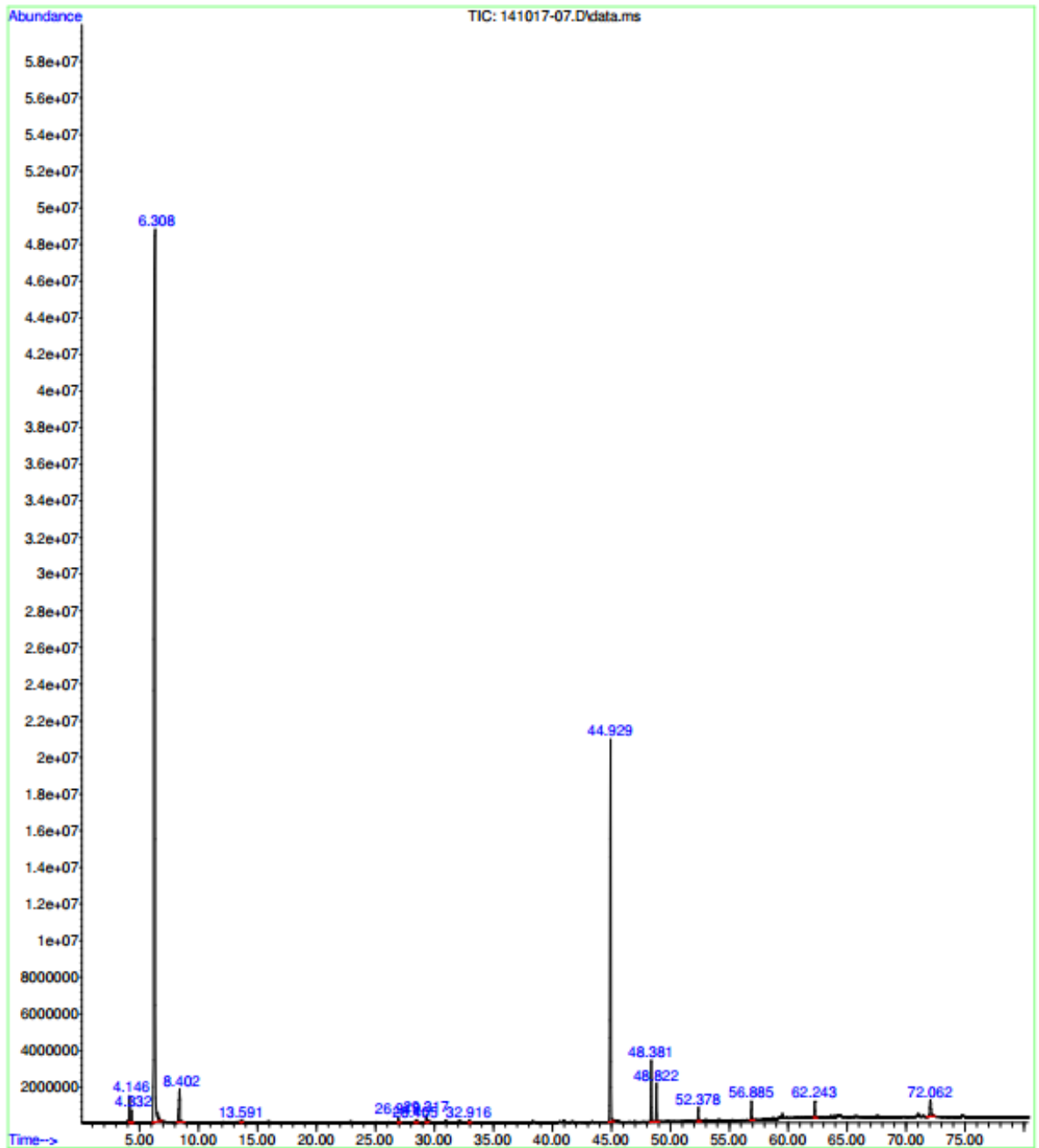




Continuación del anexo 1.



Continuación del anexo 1.



Fuente: Laboratorio de Instrumentación Química Avanzada, UVG.

Anexo 2. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de corteza de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 4 y 8.**

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-00.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 11:31
Operator : AdeM
Sample : C1
Misc : t.p. 4.75-2.36
ALS Vial : 1 Sample Multiplier: 1

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

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	0.165	0.32	C:\Database\NIST05a.L 3-Pyridinol, 2-nitro- 3-Methylpyridazine 3-Methylpyridazine	17542 2517 2516	015128-82-2 001632-76-4 001632-76-4	38 35 35
2	0.192	0.55	C:\Database\NIST05a.L 1H-Imidazole-2,5-dione, 4-[2-(4-ch lorophenyl)-2-oxo-1-(phenylhydrazo no)ethyl]- Methanone, (4-methylene-2-phenylcy clopentyl)phenyl- Benzenesulfonothioic acid, 4-nitro -, S-phenyl ester	154269 100220 121273	299921-99-6 106895-40-3 003660-41-1	30 25 22
3	3.940	0.02	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentanamine, 4-methyl- 2-Propanamine, 1-methoxy- 2-Propanamine, 1-methoxy-	4069 2162 2167	000108-09-8 037143-54-7 037143-54-7	9 9 9
4	6.310	73.66	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Hydrazine, methyl- Ethyl alcohol	93 102 94	000064-17-5 000060-34-4 000064-17-5	72 53 52
5	6.815	0.02	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	93 94 95	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 86 86
6	8.425	2.98	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 2
7	8.575	0.01	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
8	13.692	0.03	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25509 25508 25507	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	98 94 94
9	22.817	0.07	C:\Database\NIST05a.L 1-Tetradecene 2-Tetradecene, (E)- 1-Tetradecene	54508 54521 54512	001120-36-1 035953-53-8 001120-36-1	99 98 98
10	25.064	0.00	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Cubebene Copaene Acetonitrile, (3,5,5-trimethyl-2-c yclohexen-1-ylidene)-, (Z)-	59824 59779 30222	017699-14-8 003856-25-5 069697-22-9	74 70 50
11	26.911	0.07	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Myrcene 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	15180 25636 25643	000123-35-3 000078-70-6 000078-70-6	86 86 68

Continuación del anexo 2.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-00.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 11:31
Operator : AdeM
Sample : C1
Misc : t.p. 4.75-2.36
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
12	28.389	0.03	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]- Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene- 1H-Cycloprop[e]azulene, decahydro- 1,1,7-trimethyl-4-methylene-, [1aR -(1a.alpha.,4a.beta.,7.alpha.,7a.b eta.,7b.alpha.)]-	59972	000118-65-0	91
				59914	013877-93-5	90
				60076	025246-27-9	78
13	29.299	0.25	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene- 4,8,8-trimethyl-4-vinyl- Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]-	59797	000087-44-5	99
				59917	242794-76-9	98
				59971	000118-65-0	97
14	29.467	0.17	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl- 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-, (S)- 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-	13863	000100-79-8	90
				13870	022323-82-6	86
				13862	000100-79-8	83
15	30.872	0.12	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecene 1-Hexadecene 1-Heptadecene	74519	000629-73-2	99
				74522	000629-73-2	98
				84041	006765-39-5	95
16	32.078	0.05	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Caryophyllene .alpha.-Caryophyllene .alpha.-Caryophyllene	59849	006753-98-6	95
				59846	006753-98-6	94
				59847	006753-98-6	94
17	32.910	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, acetate Ocimene Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr imethyl-	54334	000080-26-2	86
				15148	029714-87-2	81
				15317	000554-61-0	81
18	38.332	0.09	C:\Database\NIST05a.L 9-Eicosene, (E)- 5-Octadecene, (E)- 1-Nonadecene	112106	074685-29-3	94
				93546	007206-21-5	91
				102860	018435-45-5	91
19	43.372	0.17	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide 6-(1'-Oxo-2'-propenyl)-1,3-cis,cis -cyclooctadiene 2-Cyclohexen-1-one, 2-(2-methyl-2- propenyl)-	71353	001139-30-6	91
				30775	138146-05-1	35
				22869	018926-98-2	30

Continuación del anexo 2.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-00.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 11:31  
 Operator : AdeM  
 Sample : C1  
 Misc : t.p. 4.75-2.36  
 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
20	44.864	0.60	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propenal, 3-phenyl-	14070	000104-55-2	98
			Cinnamaldehyde, (E)-	14062	014371-10-9	98
			2-Propenal, 3-phenyl-	14064	000104-55-2	97
21	47.693	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy	71465	006750-60-3	99
			dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-			
			[1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,			
			7a.beta.,7b.alpha.)]-	71327	077171-55-2	91
			(-)-Spathulenol	71464	006750-60-3	87
			1H-Cycloprop[e]azulen-7-ol, decahy			
			dro-1,1,7-trimethyl-4-methylene-			
			[1ar-(1a.alpha.,4a.alpha.,7.beta.,			
			7a.beta.,7b.alpha.)]-			
22	48.844	12.84	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-	31835	001941-12-4	98
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-,	31883	005932-68-3	97
			(E)-			
23	51.528	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,	61148	000093-28-7	97
			acetate			
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,	61150	000093-28-7	96
			acetate			
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	95
24	61.498	0.23	C:\Database\NIST05a.L			
			Phytol	122409	000150-86-7	78
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	100941	017455-13-9	72
			ane			
			Phytol	122408	000150-86-7	60
25	62.244	0.36	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	94
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	83
26	63.809	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			Tetradecanoic acid	77276	000544-63-8	59
			Octaethylene glycol monododecyl et	186450	003055-98-9	53
			her			
			Heptaethylene glycol monododecyl e	184119	003055-97-8	53
			ther			
27	64.137	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	100941	017455-13-9	64
			ane			
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	100938	017455-13-9	46
			ane			
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	43
28	72.088	6.43	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	98

Continuación del anexo 2.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-00.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 11:31
Operator : AdeM
Sample : C1
Misc : t.p. 4.75-2.36
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
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	95
29	72.333	0.02	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	92
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	49
			Pentaethylene glycol monododecyl ether	172700	003055-95-6	47
30	72.370	0.01	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	62
			Octaethylene glycol monododecyl ether	186450	003055-98-9	49
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100938	017455-13-9	46
31	73.898	0.26	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100939	017455-13-9	50
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100941	017455-13-9	50
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100940	017455-13-9	46
32	77.732	0.00	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100940	017455-13-9	81
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	64
			Heptaethylene glycol	139825	005617-32-3	59

Anexo 3. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de hojas de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 8 y 12.**

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-01.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 12:58
Operator : AdeM
Sample : C2
Misc : t.p. 2.36-1.68
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	3.931	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Propanamine, N,2-dimethyl-	1902	000625-43-4	43
			2-Methoxy-N-methylethylamine	2171	038256-93-8	38
			1-Propanamine, N,2-dimethyl-	1899	000625-43-4	37
2	5.591	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl Acetate	1981	000141-78-6	86
			Ethyl Acetate	1982	000141-78-6	80
			Ethyl Acetate	1979	000141-78-6	80
3	6.314	75.80	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	72
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	52
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	30
4	6.819	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	90
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	90
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	86
5	6.878	0.00	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	90
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	59
			Propanamide, 2-hydroxy-	2134	002043-43-8	56
6	8.420	2.65	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
7	8.584	0.00	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007664-41-7	3
			Water	7	007732-18-5	1
8	13.692	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	25509	000470-82-6	99
			Eucalyptol	25507	000470-82-6	97
			Eucalyptol	25506	000470-82-6	97
9	22.835	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptafluorobutyric acid,n-tridecyl ester	170021	1000216-78-9	86
			Cyclooctane, methyl-	11177	001502-38-1	74
			1-Tridecene	44618	002437-56-1	70
10	26.924	0.05	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	87
			.beta.-Myrcene	15179	000123-35-3	50
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-,	107591	007149-26-0	49
			2-aminobenzoate			
11	28.389	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6,10-Dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-	72942	040716-66-3	38
			(E,E)-7,11,15-Trimethyl-3-methylen	107090	070901-63-2	38
			e-hexadeca-1,6,10,14-tetraene	15274	029548-02-5	27
			1,3,6-Heptatriene, 2,5,5-trimethyl			

Continuación del anexo 3.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-01.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 12:58  
 Operator : AdeM  
 Sample : C2  
 Misc : t.p. 2.36-1.68  
 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
12	29.303	0.16	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]-	59797 59802 59971	000087-44-5 000087-44-5 000118-65-0	99 98 97
13	29.472	0.06	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	90 90 86
14	30.886	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecanol 1-Tetradecanol 9-Eicosene, (E)-	86858 67331 112106	036653-82-4 000112-72-1 074685-29-3	87 86 81
15	32.087	0.03	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Caryophyllene 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9- tetramethyl-, Z,Z,Z- .alpha.-Caryophyllene	59848 59900 59847	006753-98-6 1000062-61-9 006753-98-6	96 91 90
16	32.915	0.00	C:\Database\NIST05a.L Cyclohexene, 1-methyl-3-(1-methyle thenyl)-, (+/-)- Cyclohexanol, 1-methyl-4-(1-methyl ethylidene)- Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene, 3,7,7-tr imethyl-	15377 25748 15319	000499-03-6 000586-81-2 000554-61-0	87 46 45
17	38.346	0.04	C:\Database\NIST05a.L 9-Eicosene, (E)- 9-Octadecene, (E)- 5-Eicosene, (E)-	112106 93547 112105	074685-29-3 007206-25-9 074685-30-6	91 86 68
18	43.368	0.12	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide 3-Ethylidenecycloheptene Cyclohexene, 5-methyl-3-(1-methyle thenyl)-, trans-(-)-	71353 9711 15382	001139-30-6 1000211-16-7 056816-08-1	91 83 50
19	44.864	0.32	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)- Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl-	14060 14062 14070	014371-10-9 014371-10-9 000104-55-2	95 95 95
20	48.840	10.93	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- Eugenol Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31835 31714 31881	001941-12-4 000097-53-0 005912-86-7	98 98 97
21	51.528	0.13	C:\Database\NIST05a.L			



Continuación del anexo 3.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-01.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 12:58  
 Operator : AdeM  
 Sample : C2  
 Misc : t.p. 2.36-1.68  
 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
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61150	000093-28-7	97
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61148	000093-28-7	96
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31881	005912-86-7	96
22	55.963	0.27	C:\Database\NIST05a.L			
			Octadecanoic acid	114822	000057-11-4	98
			Octadecanoic acid	114821	000057-11-4	90
			Octadecanoic acid	114820	000057-11-4	86
23	59.201	1.25	C:\Database\NIST05a.L			
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	99
			Octadec-9-enoic acid	113356	1000190-13-7	99
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113363	000112-79-8	99
24	59.333	1.77	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113360	000112-79-8	98
			Oleic Acid	113353	000112-80-1	94
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113363	000112-79-8	93
25	59.383	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113360	000112-79-8	98
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	95
			Oleic Acid	113353	000112-80-1	93
26	59.438	2.62	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113360	000112-79-8	99
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	99
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113363	000112-79-8	95
27	59.788	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			9-Octadecenoic acid, (E)-	113360	000112-79-8	96
			6-Octadecenoic acid, (Z)-	113359	000593-39-5	93
			Oleic Acid	113353	000112-80-1	90
28	61.489	0.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Octaethylene glycol monododecyl ether	186450	003055-98-9	45
			15-Crown-5	70735	033100-27-5	45
			15-Crown-5	70738	033100-27-5	43
29	62.244	0.34	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	95
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	83
30	63.832	0.11	C:\Database\NIST05a.L			
			Pentaethylene glycol monododecyl ether	172700	003055-95-6	58
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	58
			Octaethylene glycol monododecyl ether	186450	003055-98-9	55
31	64.300	0.81	C:\Database\NIST05a.L			
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111993	000060-33-3	83

Continuación del anexo 3.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-01.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 12:58
Operator : AdeM
Sample : C2
Misc : t.p. 2.36-1.68
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
			9,17-Octadecadienal, (Z)-	101505	056554-35-9	80
			9-Eicosyne	110846	071899-38-2	78
32	64.437	0.05	C:\Database\NIST05a.L			
			Octaethylene glycol monododecyl et	186450	003055-98-9	64
			her			
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	100941	017455-13-9	60
			ane			
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	100940	017455-13-9	49
			ane			
33	71.897	0.34	C:\Database\NIST05a.L			
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, met	119876	000301-00-8	60
			hyl ester, (Z,Z,Z)-			
			7,10,13-Hexadecatrienoic acid, met	101432	056554-30-4	53
			hyl ester			
			cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatriena	81217	056797-43-4	53
34	71.942	0.05	C:\Database\NIST05a.L			
			7,10,13-Hexadecatrienoic acid, met	101432	056554-30-4	64
			hyl ester			
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, eth	128661	001191-41-9	55
			yl ester, (Z,Z,Z)-			
			9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (Z,Z,Z	101506	000506-44-5	50
			)-			
35	72.065	1.44	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	97

Anexo 4. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de hojas de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 12 y 16.**

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-02.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 14:24
Operator : AdeM
Sample : C3
Misc : t.p. 1.68-1.18
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	3.931	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Propanamine, N,2-dimethyl- Ethyl oxamate	1901	000625-43-4	32
			1-Propanamine, N,2-dimethyl-	8205	000617-36-7	28
2	4.090	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Pentane, 2-methyl-	1795	000107-83-5	90
			Pentane, 2-methyl- Pentane	1793	000107-83-5	90
3	4.145	0.47	C:\Database\NIST05a.L			
			Hexane	1790	000110-54-3	94
			Hexane	1791	000110-54-3	93
4	4.331	0.21	C:\Database\NIST05a.L			
			Cyclopentane, methyl-	1468	000096-37-7	94
			Cyclopentane, methyl- Cyclopentane, methyl-	1467	000096-37-7	90
5	5.700	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			Hydrazinecarboxylic acid, ethyl ester	4539	004114-31-2	17
			Carbonic dihydrazide Carbonic dihydrazide	2320	000497-18-7	12
6	6.310	81.62	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	72
			Ethyl alcohol Hydrazine, methyl-	94	000064-17-5	50
7	6.865	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	102	000060-34-4	50
			Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95	000064-17-5	90
8	8.416	2.79	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	93	000064-17-5	64
			Water	94	000064-17-5	59
9	13.692	0.03	C:\Database\NIST05a.L			
			Eucalyptol	6	007664-41-7	2
			Eucalyptol Eucalyptol	7	007732-18-5	1
10	22.844	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			1-Hexadecanol	25508	000470-82-6	95
			1-Hexadecene Cyclopentane, 1-ethyl-3-methyl-	25507	000470-82-6	80
11	26.920	0.06	C:\Database\NIST05a.L			
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	25509	000470-82-6	76
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	86853	036653-82-4	74

Continuación del anexo 4.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-02.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 14:24  
 Operator : AdeM  
 Sample : C3  
 Misc : t.p. 1.68-1.18  
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

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

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
12	28.398	0.02	C:\Database\NIST05a.L 4H-4a,7-Methanooxazirino[3,2-I][2, 1]benzothiazole, tetrahydro-9,9- dimethyl-, 3,3-dioxide, [4as-(4a.a lpha.,7.alpha.,8ar*)]- 6,6-Dimethyl-2-vinylidenebicyclo[3 .1.1]heptane 9-Borabicyclo[3.3.1]nonane, 9-(1-m ethylethyl)-	77715 21955 32156	104322-63-6 039021-75-5 051475-51-5	37 35 27
13	29.308	0.16	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Caryophyllene	59802 59797 59800	000087-44-5 000087-44-5 000087-44-5	93 91 90
14	29.471	0.05	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	90 78 53
15	30.891	0.04	C:\Database\NIST05a.L 3-Eicosene, (E)- 1-Octadecene 1-Nonadecene	112107 93544 102860	074685-33-9 000112-88-9 018435-45-5	93 90 90
16	32.087	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9- tetramethyl-, Z,Z,Z- .alpha.-Caryophyllene .alpha.-Caryophyllene	59900 59849 59846	1000062-61-9 006753-98-6 006753-98-6	97 96 94
17	32.919	0.02	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thylidene)- Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methyle thylidene)-	15169 15338 15339	029050-33-7 000586-62-9 000586-62-9	55 55 55
18	38.332	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1-Nonadecene 9-Eicosene, (E)- 5-Eicosene, (E)-	102860 112106 112105	018435-45-5 074685-29-3 074685-30-6	91 87 80
19	43.363	0.10	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide Caryophyllene oxide Cyclohexene, 3-methyl-6-(1-methyle thenyl)-, (3R-trans)-	71353 71352 15389	001139-30-6 001139-30-6 005113-87-1	87 52 50
20	44.869	0.63	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl- 2-Propenal, 3-phenyl-	14062 14070 14064	014371-10-9 000104-55-2 000104-55-2	98 98 98

Continuación del anexo 4.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-02.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 14:24  
 Operator : Adem  
 Sample : C3  
 Misc : t.p. 1.68-1.18  
 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
21	48.835	10.27	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- Eugenol Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)-	31835 31714 31883	001941-12-4 000097-53-0 005932-68-3	98 98 97
22	51.528	0.13	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)- Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)-	61150 31883 31885	000093-28-7 005932-68-3 005932-68-3	97 96 96
23	59.197	0.12	C:\Database\NIST05a.L Octaethylene glycol Octaethylene glycol monododecyl et her Heptaethylene glycol	161142 186450 139825	1000289-34-2 003055-98-9 005617-32-3	64 50 50
24	59.310	0.04	C:\Database\NIST05a.L Octaethylene glycol monododecyl et her Octaethylene glycol 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	186450 161142 100940	003055-98-9 1000289-34-2 017455-13-9	83 62 58
25	61.489	0.22	C:\Database\NIST05a.L Phytol Phytol Pentaethylene glycol monododecyl e ther	122406 122405 172700	000150-86-7 000150-86-7 003055-95-6	49 49 27
26	62.244	0.37	C:\Database\NIST05a.L Benzyl Benzoate Benzyl Benzoate Benzyl Benzoate	65860 65862 65863	000120-51-4 000120-51-4 000120-51-4	96 96 83
27	63.832	0.11	C:\Database\NIST05a.L Hexaethylene glycol monododecyl et her 1,4,7,10,13,16-Hexaoxanonadecane, 18-propyl- 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	179948 136741 100940	003055-96-7 1000163-65-3 017455-13-9	58 58 53
28	64.146	0.15	C:\Database\NIST05a.L 15-Crown-5 Octaethylene glycol 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	70738 161142 100940	033100-27-5 1000289-34-2 017455-13-9	50 49 46
29	64.291	0.42	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxanonadecane, 18-propyl- Octaethylene glycol 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec	136741 161142 100941	1000163-65-3 1000289-34-2 017455-13-9	46 43 42

Continuación del anexo 4.

Data Path : C:\madchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis cancela\  
 Data File : 141017-02.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 14:24  
 Operator : AdeM  
 Sample : C3  
 Misc : t.p. 1.68-1.18  
 ALS Vial : 3 Sample Multiplier: 1

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

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

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ane			
30	71.878	0.35	C:\Database\NIST05a.L 9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (Z,Z,Z)-	101506	000506-44-5	94
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)-	119876	000301-00-8	46
			9,12,15-Octadecatrienoic acid, ethyl ester, (Z,Z,Z)-	128661	001191-41-9	42
31	72.060	1.48	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	96
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	91

Anexo 5. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de hojas de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 16 y 80.**

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-03.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 15:53  
 Operator : AdeM  
 Sample : C4  
 Misc : t.p. 1.18-0.18  
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

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

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.940	0.03	C:\Database\NIST05a.L 2-Methoxy-N-methylethylamine 1-Propanamine, N,2-dimethyl- sec-Butylamine	2171 1902 739	038256-93-8 000625-43-4 013952-84-6	45 33 33
2	4.099	0.01	C:\Database\NIST05a.L Pentane, 2-methyl- Pentane, 2-methyl- 1-Butanol, 2,3-dimethyl-	1795 1793 4371	000107-83-5 000107-83-5 019550-30-2	64 58 38
3	4.149	0.19	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	94 80 80
4	4.336	0.10	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, methyl- Cyclopentane, methyl- Cyclohexane	1467 1468 1432	000096-37-7 000096-37-7 000110-82-7	90 87 83
5	5.600	0.05	C:\Database\NIST05a.L Ethyl Acetate Ethyl Acetate Ethyl Acetate	1982 1979 1981	000141-78-6 000141-78-6 000141-78-6	90 87 59
6	5.705	0.01	C:\Database\NIST05a.L Formic acid, ethyl ester 1,2-Hydrazinedicarboxaldehyde Hydrazine	802 1912 32	000109-94-4 000628-36-4 000302-01-2	40 39 38
7	6.314	80.03	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Hydrazine, methyl-	93 94 102	000064-17-5 000064-17-5 000060-34-4	72 52 50
8	6.869	0.01	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	94 93 95	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	87 86 86
9	6.924	0.00	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Formic acid, ethyl ester	93 95 802	000064-17-5 000064-17-5 000109-94-4	90 86 78
10	8.402	2.37	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
11	13.692	0.03	C:\Database\NIST05a.L Eucalyptol Eucalyptol Eucalyptol	25508 25507 25509	000470-82-6 000470-82-6 000470-82-6	98 97 95
12	26.924	0.06	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643 25636	000078-70-6 000078-70-6	91 64

Continuación del anexo 5.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-03.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 15:53  
 Operator : AdeM  
 Sample : C4  
 Misc : t.p. 1.18-0.18  
 ALS Vial : 4 Sample Multiplier: 1

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

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

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	58
13	29.312	0.19	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene	59797	000087-44-5	99
			Caryophyllene	59802	000087-44-5	95
			Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-	59912	013877-93-5	93
14	29.467	0.03	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-	13863	000100-79-8	80
			1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dimethyl-, (S)-	13870	022323-82-6	80
			(R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane-4-methanol	13869	014347-78-5	80
15	30.891	0.02	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid, trifluoro-, tetradecyl ester	130785	006222-02-2	90
			Trifluoroacetic acid, n-heptadecyl ester	138900	1000216-79-2	87
			1-Tetracosanol	154683	000506-51-4	74
16	32.087	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, Z,Z,Z-.alpha.-Caryophyllene	59900	1000062-61-9	94
			.alpha.-Caryophyllene	59848	006753-98-6	94
			.alpha.-Caryophyllene	59849	006753-98-6	91
17	38.337	0.00	C:\Database\NIST05a.L 1-Docosene	129889	001599-67-3	59
			9-Eicosene, (E)-	112106	074685-29-3	53
			4-Heptafluorobutyryloxyhexadecane	178362	1000282-97-2	47
18	40.989	0.15	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-	16398	000473-55-2	60
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-, (1.alpha.,2.beta.,5.alpha.)	16444	006876-13-7	49
			Bicyclo[3.1.1]heptane, 2,6,6-trimethyl-	16406	000473-55-2	45
19	43.368	0.12	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene oxide	71353	001139-30-6	58
			Cyclohexene, 5-methyl-3-(1-methylphenyl)-, trans-(-)-	15382	056816-08-1	43
			m-Mentha-4,8-diene, (1S,3S)-(+)-	15246	005208-51-5	43
20	44.869	0.23	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)-	14062	014371-10-9	97
			2-Propenal, 3-phenyl-	14070	000104-55-2	97
			Cinnamaldehyde, (E)-	14060	014371-10-9	96
21	48.844	13.42	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-	31835	001941-12-4	98
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	98



Continuación del anexo 5.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-03.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 15:53  
 Operator : AdeM  
 Sample : C4  
 Misc : t.p. 1.18-0.18  
 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
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
22	51.532	0.47	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61148	000093-28-7	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, acetate	61152	000093-29-8	96
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61150	000093-28-7	96
23	59.210	0.08	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100942	017455-13-9	58
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	58
			Hexagol	112857	002615-15-8	50
24	61.498	0.11	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100942	017455-13-9	52
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	52
			Hexaethylene glycol monododecyl et her	179948	003055-96-7	50
25	62.244	0.63	C:\Database\NIST05a.L Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	95
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	91
26	64.287	0.31	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100941	017455-13-9	83
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111992	000060-33-3	64
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	60
27	64.309	0.18	C:\Database\NIST05a.L Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	58
			Octaethylene glycol monododecyl et her	186450	003055-98-9	58
			15-Crown-5	70735	033100-27-5	52
28	71.892	0.32	C:\Database\NIST05a.L 9,12,15-Octadecatrienoic acid, eth yl ester, (Z,Z,Z)-	128661	001191-41-9	95
			9,12,15-Octadecatrien-1-ol, (Z,Z,Z) )-	101506	000506-44-5	83
			cis,cis,cis-7,10,13-Hexadecatriena	81217	056797-43-4	49
29	72.065	0.82	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	90
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	89

Anexo 6. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de hojas de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 4 y 8.**

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-04.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 17:20  
 Operator : AdeM  
 Sample : H1  
 Misc : t.p. 4.75-2.36  
 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	3.954	0.04	C:\Database\NIST05a.L 1-Alanine ethylamide, (S)- 2-Pentanamine 2-Pentanamine	7783 1871 1875	071773-95-0 000625-30-9 000625-30-9	9 5 5
2	4.149	0.11	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1792 1790 1791	000110-54-3 000110-54-3 000110-54-3	91 91 87
3	4.336	0.05	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, methyl- Cyclohexane Cyclohexane	1468 1432 1433	000096-37-7 000110-82-7 000110-82-7	93 78 64
4	6.296	42.53	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Hydrazine, methyl-	93 94 102	000064-17-5 000064-17-5 000060-34-4	72 52 50
5	8.379	1.14	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
6	14.693	0.05	C:\Database\NIST05a.L 1-Dodecene 1-Dodecene 1-Dodecene	34946 34944 34945	000112-41-4 000112-41-4 000112-41-4	98 96 95
7	22.849	0.29	C:\Database\NIST05a.L 2-Tetradecene, (E)- Cyclotetradecane 9-Octadecene, (E)-	54521 54513 93547	035953-53-8 000295-17-0 007206-25-9	93 91 91
8	25.091	0.10	C:\Database\NIST05a.L Copaene Copaene .alpha.-Cubebene	59778 59780 59824	003856-25-5 003856-25-5 017699-14-8	93 92 92
9	26.924	0.24	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	25636 25643 74331	000078-70-6 000078-70-6 000078-36-4	93 86 52
10	28.403	0.10	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene- 4,8,8-trimethyl-4-vinyl- Caryophyllene Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]-	59917 59797 59972	242794-76-9 000087-44-5 000118-65-0	93 93 87
11	29.321	0.66	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Caryophyllene	59797 59802 59801	000087-44-5 000087-44-5 000087-44-5	99 99 99

Continuación del anexo 6.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-04.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 17:20  
 Operator : AdeM  
 Sample : H1  
 Misc : t.p. 4.75-2.36  
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

*k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
12	29.476	0.81	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-, (S)- (R)-(-)-2,2-Dimethyl-1,3-dioxolane -4-methanol 1,3-Dioxolane-4-methanol, 2,2-dime thyl-	13870 13869 13863	022323-82-6 014347-78-5 000100-79-8	86 83 80
13	30.909	0.37	C:\Database\NIST05a.L 1-Hexadecanol 2-Tetradecene, (E)- 7-Hexadecene, (Z)-	86860 54521 74527	036653-82-4 035953-53-8 035507-09-6	91 91 91
14	32.101	0.16	C:\Database\NIST05a.L .alpha.-Caryophyllene .alpha.-Caryophyllene 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9- tetramethyl-, Z,Z,Z-	59848 59846 59900	006753-98-6 006753-98-6 1000062-61-9	96 94 94
15	32.919	0.16	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl- p-menth-1-en-8-ol 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)-	25797 25545 25845	000098-55-5 1000157-89-9 010482-56-1	87 86 76
16	38.355	0.26	C:\Database\NIST05a.L E-15-Heptadecenal 5-Octadecene, (E)- 1-Octadecene	93518 93546 93544	1000130-97-9 007206-21-5 000112-88-9	99 99 95
17	45.028	36.84	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-phenyl- Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl-	14064 14060 14069	000104-55-2 014371-10-9 000104-55-2	98 97 96
18	48.403	5.12	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40120 40118 40121	000103-54-8 000103-54-8 000103-54-8	97 96 94
19	48.826	2.83	C:\Database\NIST05a.L Eugenol Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31714 31835 31881	000097-53-0 001941-12-4 005912-86-7	98 98 97
20	52.388	2.14	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14804 14811 14810	000104-54-1 000104-54-1 000104-54-1	93 91 83
21	56.891	1.73	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- Benzoic acid, 4-ethenyl-, methyl e	30542 30545 30579	001504-74-1 001504-74-1 001076-96-6	98 97 50

Continuación del anexo 6.

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-04.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 17:20  
 Operator : AdeM  
 Sample : H1  
 Misc : t.p. 4.75-2.36  
 ALS Vial : 5 Sample Multiplier: 1

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

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

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			ster			
22	59.506	0.53	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propeny 1)-	52459	006627-88-9	99
			Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propeny 1)-	52464	006627-88-9	97
			2-Propenoic acid, 3-(4-hydroxy-3-m ethoxyphenyl)-, (E)-	52322	000537-98-4	49
23	62.254	1.38	C:\Database\NIST05a.L Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	97
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	93
24	72.079	2.38	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	93

Anexo 7. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de corteza de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 8 y 12.**

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\  
 Data File : 141017-05.D  
 Title :  
 Acq On : 17 Oct 2014 18:47  
 Operator : AdeM  
 Sample : H2  
 Misc : t.p. 2.36-1.68  
 ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

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

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	3.945	0.03	C:\Database\NIST05a.L 2-Pentanamine 2-Pentanamine Cyclobutanol	1871 1875 646	000625-30-9 000625-30-9 002919-23-5	5 5 4
2	6.315	34.01	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Hydrazine, methyl-	93 94 102	000064-17-5 000064-17-5 000060-34-4	72 50 50
3	8.434	1.27	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water Urea	6 7 292	007664-41-7 007732-18-5 000057-13-6	2 1 1
4	29.317	0.05	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]- Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11-trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4Z,9S*)]-	59797 59970 59971	000087-44-5 000118-65-0 000118-65-0	99 93 92
5	44.892	2.88	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-phenyl- 2-Propenal, 3-phenyl- Cinnamaldehyde, (E)-	14064 14070 14062	000104-55-2 000104-55-2 014371-10-9	98 98 98
6	48.376	0.31	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40118 40120 40121	000103-54-8 000103-54-8 000103-54-8	97 94 91
7	48.822	0.28	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- Eugenol Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31835 31714 31881	001941-12-4 000097-53-0 005912-86-7	98 98 97
8	52.379	0.17	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14810 14804 14809	000104-54-1 000104-54-1 000104-54-1	94 93 91
9	56.886	0.16	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- Benzoic acid, 4-ethenyl-, methyl ester	30542 30545 30579	001504-74-1 001504-74-1 001076-96-6	96 94 42
10	61.171	59.94	C:\Database\NIST05a.L 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono(2-ethylhexyl) ester 1,2-Benzenedicarboxylic acid, dicyclohexyl ester	168521 110586 142438	027554-26-3 004376-20-9 000084-61-7	90 70 64

BITES ESE...WAX SCAN 2.M Fri Oct 24 11:07:10 2014

Page: 1

Continuación del anexo 7.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-05.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 18:47
Operator : AdeM
Sample : H2
Misc : t.p. 2.36-1.68
ALS Vial : 6 Sample Multiplier: 1

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

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

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
ciclohexyl ester						
11	62.245	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	91
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	78
12	64.332	0.10	C:\Database\NIST05a.L			
			9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	111993	000060-33-3	86
			9,17-Octadecadienal, (Z)-	101505	056554-35-9	84
			9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester	121093	002462-85-3	64
13	72.065	0.66	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	98
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	97
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	96

Anexo 8. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de corteza de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 12 y 16.**

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-06.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 20:13
Operator : AdeM
Sample : H3
Misc : t.p. 1.68-1.18
ALS Vial : 7 Sample Multiplier: 1

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

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

```

t#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.145	0.20	C:\Database\NIST05a.L Hexane	1791	000110-54-3	95
			Hexane	1790	000110-54-3	91
			Hexane	1792	000110-54-3	91
2	4.331	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, methyl-	1468	000096-37-7	93
			Cyclopentane, methyl-	1467	000096-37-7	90
			Cyclopentane, methyl-	1465	000096-37-7	86
3	6.305	92.09	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	93	000064-17-5	72
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	52
			Hydrazine, methyl-	102	000060-34-4	50
4	8.411	2.93	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
5	32.919	0.19	C:\Database\NIST05a.L (+)-4-Carene	15169	029050-33-7	93
			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
6	44.873	4.00	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-phenyl-	14070	000104-55-2	98
			Cinnamaldehyde, (E)-	14062	014371-10-9	98
			2-Propenal, 3-phenyl-	14064	000104-55-2	98
7	48.821	0.50	C:\Database\NIST05a.L Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-	31835	001941-12-4	98
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	97

Anexo 9. **Componente químico más probable en cada pico del cromatograma de oleorresina de corteza de canela para tamaño de partícula entre *mesh* 16 y 80.**

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-07.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 21:40
Operator : AdeM
Sample : H4
Misc : t.p. 1.18-0.18
ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

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

```

k#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	4.145	0.40	C:\Database\NIST05a.L Hexane Hexane Hexane	1791 1790 1792	000110-54-3	95 91 91
2	4.331	0.17	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, methyl- Cyclopentane, methyl- 1H-Tetrazole, 5-methyl-	1468 1467 1304	000096-37-7	94 87 80
3	6.310	72.55	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	93 94 95	000064-17-5	72 52 30
4	8.402	2.14	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
5	13.592	0.06	C:\Database\NIST05a.L .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene .beta.-Phellandrene	15198 15201 15200	000555-10-2	94 91 91
6	26.920	0.16	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 25643 54271	000078-70-6	91 64 53
7	28.407	0.11	C:\Database\NIST05a.L Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene- Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]- Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene- 4,8,8-trimethyl-4-vinyl-	59912 59970 59917	013877-93-5 000118-65-0 242794-76-9	98 94 92
8	29.317	0.32	C:\Database\NIST05a.L Caryophyllene Caryophyllene Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene, 4,11,11 -trimethyl-8-methylene-, [1R-(1R*,4 Z,9S*)]-	59797 59800 59971	000087-44-5	99 99 99
9	32.915	0.07	C:\Database\NIST05a.L 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.4-trimethyl- 3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., .alpha.,4-trimethyl-, (S)- Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-tri- methyl-	25797 25843 15321	000098-55-5 010482-56-1 000464-17-5	80 80 59
10	44.928	17.45	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-phenyl- Cinnamaldehyde, (E)-	14064 14060	000104-55-2 014371-10-9	98 97



Continuación del anexo 9.

```

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\USAC\Tesis canela\
Data File : 141017-07.D
Title :
Acq On : 17 Oct 2014 21:40
Operator : AdeM
Sample : H4
Misc : t.p. 1.18-0.18
ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

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

```

#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2-Propenal, 3-phenyl-	14070	000104-55-2	96
1	48.380	2.16	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40120	000103-54-8	97
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40118	000103-54-8	96
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40121	000103-54-8	94
2	48.822	1.33	C:\Database\NIST05a.L			
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)-	31835	001941-12-4	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)-	31883	005932-68-3	97
3	52.379	0.52	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14804	000104-54-1	94
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14811	000104-54-1	91
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14809	000104-54-1	83
4	56.886	0.70	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30542	001504-74-1	98
			2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30545	001504-74-1	94
			2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester, (E)-	30607	001754-62-7	70
5	62.245	0.65	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	97
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	91
6	72.060	1.20	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	99
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	97
			Tridecanoic acid	67133	000638-53-9	83

Anexo 10. **Análisis microbiológico realizado a la galleta de harina de trigo con manzana y canela, muestras: A, B y C.**

Universidad de San Carlos de Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

**Informe de Resultados de Análisis Microbiológico**

No. de ingreso:	482	No. De muestra:	1(unidad)
Dirigido a:	<i>María Alejandra Estrada</i>	Responsable de la toma de muestra:	Personal ajeno a LAFYM
Nombre del producto:	GALLETAS DE MANZANA Y CANELA	Fecha y Hora de toma de muestra:	11/03/15
Lote:	A (Proyecto tesis)	Fecha y Hora ingreso al laboratorio:	11/03/15
		Inicio del análisis:	11/03/15

PARÁMETRO	RESULTADO	Límite máximo permitido RTCA67.04.50:08
Coliformes totales	< 3 NMP/g	No indica
Coliformes fecales	< 3NMP/g	No indica
<i>Escherichia coli</i>	< 3NMP/g	< 3 NMP/g

**CONCLUSIONES:**  
La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los límites recomendados.

\*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM  
\*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

*Vera Paredez*  
Licda. Vera Paredez, QB  
Analista



*Ana E. Rodas García*  
Licda. Ana E. Rodas García, QB  
Jefatura LAFYM  
Licda. Ana E. Rodas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

3<sup>a</sup>. Calle 6-47 zona 1  
Teléfono: 22531319  
lafymusac@intelnett.com

Continuación del anexo 10.

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos LAFYM

1

**Informe de Resultados de Análisis Microbiológico**

No. de ingreso:	483	No. De muestra:	1 (unidad)
Dirigido a:	María Alejandra Estrada	Responsable de la toma de muestra:	Personal ajeno a LAFYM
Nombre del producto:	GALLETAS DE MANZANA Y CANELA	Fecha y Hora de toma de muestra:	11/03/15
Lote:	B	Fecha y Hora ingreso al laboratorio	11/03/15
		Inicio del análisis	11/03/15

PARÁMETRO	RESULTADO	Límite máximo permitido RTCA67.04.50:08
Coliformes totales	< 3 NMP/g	No indica
Coliformes fecales	< 3 NMP/g	No indica
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g

**CONCLUSIONES:**

La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los límites recomendados.

\*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

\*Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

Licda. Vera Paredes, QB  
Analista



Licda. Ana Rodríguez García, QB  
Jefatura LAFYM

Licda. Ana E. Rodríguez García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

3<sup>a</sup> Calle 6-47 zona 1  
Telfax: 22531319  
lafymusc@inetnet.com

Continuación del anexo 10.

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
Laboratorio de Análisis Físicoquímicos  
y Microbiológicos LAFYM

1

**Informe de Resultados de Análisis Microbiológico**

No. de ingreso:	484	No. De muestra:	1(unidad)
Dirigido a:	<i>Maria Alejandra Estrada</i>	Responsable de la toma de muestra:	Personal ajeno a LAFYM
		Fecha y Hora de toma de muestra:	11/03/15
Nombre del producto:	GALLETAS DE MANZANA Y CANELA	Fecha y Hora ingreso al laboratorio	11/03/15
		Inicio del análisis	11/03/15
Lote:	C		

PARÁMETRO	RESULTADO	Límite máximo permitido RTCA67.04.50:08
Coliformes totales	< 3 NMP/g	No indica
Coliformes fecales	< 3 NMP/g	No indica
<i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g

**CONCLUSIONES:**

La muestra recibida y analizada en el laboratorio satisface los límites recomendados.

\*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

\*Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

  
Lidia Vera Paredes, QB  
Analista




  
Lidia Ana Rojas García, QB  
Jefatura LAFYM

Lidia Ana E. Rojas García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323


3<sup>o</sup> Calle 6-47 zona 1  
Telfax: 22531319  
lafym@unscg.edu.gt

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico (LAFYM), USAC.

Anexo 11. Informe de resultados del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).



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



---

**No. 0964**

O.T. No. 33737  
No. Informe LIEXVE-QI-02-2015

**Interesado:** María Alejandra Estrada Santizo  
Estudiante de Ingeniería Química  
Carné: 2010-20817

**Proyecto:** Trabajo de graduación a nivel tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO"

**Fecha:** Guatemala, 23 de Abril de 2015.

---

A continuación se presentan los resultados obtenidos del estudio de tesis titulado "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO SABORIZANTE EN UNA GALLETA DE HARINA DE TRIGO."

**Tabla No.1** Rendimiento de la oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum Blume*), proveniente de la corteza a escala laboratorio.

Tamiz No.	Corrida	Rendimiento (%)	Media rendimiento (%)	Desviación estándar
4 – 8	1	0.700	0.710	±0.021
	2	0.696		
	3	0.733		
8 – 12	1	1.066	1.055	±0.051
	2	1.000		
	3	1.099		
12 – 16	1	1.400	1.476	±0.082
	2	1.563		
	3	1.467		
16 – 80	1	1.100	1.078	±0.019
	2	1.067		
	3	1.066		

Fuente: datos fase experimental -LIEXVE-

---

Página 1 de 5

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

Continuación del anexo 11.



No. 0965

**Tabla No. 2** Rendimiento de la oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), proveniente de la hoja a escala laboratorio.

Tamiz No.	Corrida	Rendimiento (%)	Media rendimiento (%)	Desviación estándar
4 - 8	1	1.400	1.455	±0.051
	2	1.500		
	3	1.465		
8 - 12	1	1.766	1.788	±0.019
	2	1.800		
	3	1.799		
12 - 16	1	2.230	2.343	±0.104
	2	2.434		
	3	2.365		
16 - 80	1	2.633	2.722	±0.126
	2	2.866		
	3	2.667		


Fuente: datos fase experimental -LIEXVE-

**Tabla No. 3** Rendimiento de la oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), a escala planta piloto, utilizando hojas y corteza.


Sección de la Planta	Materia prima (g)	Masa oleoresina (g)	Rendimiento (%)
Corteza	2400.90	20.78	0.87
Hojas	2400.50	32.80	1.37

Fuente: datos fase experimental -LIEXVE-

Continuación del anexo 11.



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



**No. 0956**

**Tabla No. 4** Densidad de la oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume), utilizando hojas y corteza.



Sección de la planta	Corrida	Densidad (g/mL)	Media (g/mL)	Desviación estándar
Corteza	1	1.76	1.76	±0.01
	2	1.77		
	3	1.75		
Hojas	1	1.62	1.62	±0.01
	2	1.62		
	3	1.63		

Fuente: datos fase experimental -LIXVE-

Página 3 de 5

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

Continuación del anexo 11.




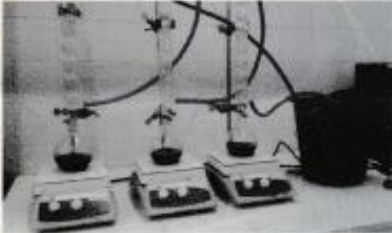

 **CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA** 

---

**No. 0967**

**ANEXOS**

Extracción de oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) a escala laboratorio.





Página 4 de 5

---

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





Continuación del anexo 11.


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

---


**No. 0958**


Extracción de oleoresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) a escala laboratorio,  
utilizando hojas y corteza.






Ing. Geo. Mario José Mérida Meré  
COORDINADOR  
Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales  
-LIEXVE-  
Sección Química Industrial CII/USAC





Vo.Bo. Inga. Oca. Telma Maripela Cano Morales  
DIRECTORA  
Centro de Investigaciones de Ingeniería/USAC



Página 5 de 5

---

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

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), Sección Química Industrial. CII/USAC.