

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

**"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) PROCEDENTE DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE (*Chimaltenango*) Y SU APLICACIÓN COMO SABORIZANTE EN UNA GALLETA A BASE DE HARINA DE ARROZ"**

TESIS DE GRADO

**IRANIA MARISOL ASENCIO CASTELLANOS**  
CARNET 10971-12

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL

**"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) PROCEDENTE DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE (*Chimaltenango*) Y SU APLICACIÓN COMO SABORIZANTE EN UNA GALLETA A BASE DE HARINA DE ARROZ"**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA

POR

**IRANIA MARISOL ASENCIO CASTELLANOS**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA QUÍMICA INDUSTRIAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2017  
CAMPUS CENTRAL

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

DECANA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA DE ZUNIGA

VICEDECANO: MGTR. OSMAN CARRILLO SOTO

SECRETARIA: MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN

DIRECTOR DE CARRERA: DR. MARIO RENE SANTIZO CALDERON

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
ING. HEADY CAROLINA DE LA CRUZ MÉNDEZ DE VILLAGRÁN

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
MGTR. JOSE ANTONIO ROSAL CHICAS  
MGTR. RUBELSY OSWALDO TOBÍAS NOVA  
ING. SILVIA ZUCELY CASTILLO MONTERROSO

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante IRANIA MARISOL ASENCIO CASTELLANOS, Carnet 10971-12 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA QUÍMICA INDUSTRIAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 02529-2017 de fecha 13 de septiembre de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**"DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) PROCEDENTE DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE (*Chimaltenango*) Y SU APLICACIÓN COMO SABORIZANTE EN UNA GALLETA A BASE DE HARINA DE ARROZ"**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA QUÍMICA INDUSTRIAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de noviembre del año 2017.



MGTR. MARYA ALEJANDRA ORTIZ PATZAN, SECRETARIA  
INGENIERÍA  
Universidad Rafael Landívar

Guatemala, 05 de octubre de 2017

Magister  
Alejandra Ortiz  
Secretaria de Facultad  
Facultad de Ingeniería

Estimada Mgtr. Ortiz:

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del Trabajo de Graduación titulado: **“DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LA OLEORRESINA DE CANELA (CINNAMOMUM ZEYLANICUM BLUME) PROCEDENTE DE SAN MARTÍN JILOTEPEQUE (CHIMALTENANGO) Y SU APLICACIÓN COMO SABORIZANTE EN UNA GALLETA A BASE DE HARINA DE ARROZ”**. De la estudiante **Irania Marisol Asencio Castellanos** quien se identifica con número de carnet **1097112**. Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar doy como aprobado dicho trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de Ud.

Atentamente,

  
Ing. Heady De la Cruz Méndez  
Asesor

## Dedicatoria

A Dios, el dueño de la sabiduría y de la inteligencia, por darme la voluntad para culminar mis estudios con éxito, por ayudarme a levantarme en todas mis caídas, por mostrarme el camino que debo seguir, por cuidarme y cuidar a mi familia todos estos años que estuve lejos de mi casa y por amarme todos los días.

A mi mami, María Castellanos, por su amor, cariño, confianza y apoyo incondicional durante todos mis años de estudio y la realización de la tesis, por sus consejos, por todas las llamadas que día a día me alentaban a no rendirme. Sobre todo, por ser un ejemplo para mí de una persona que siempre se esfuerza por salir adelante. Por ser la mejor mamá porque siempre me has amado y luchado por mí, te amo.

A mi abuelita, Julia Pinol, por siempre escucharme y saber entender mis pensamientos y luchas. Por todas esas noches en la que estuve presente en sus oraciones para que Dios me diera sabiduría para avanzar en mis estudios. Por sus consejos y abrazos que siempre me motivaban a seguir y no rendirme.

A mis hermanos Marvin y Andy, que siempre estuvieron para darme ánimos y sonrisas y porque verlos crecer siempre me motivaba a seguir adelante, a mi tía Karla por ser como mi segunda mamá, porque siempre te has preocupado por mí, a mis tíos por ayudarme siempre y cuidar de mi desde pequeña. Karol y Orlando por ser más que mis hermanos y ser un ejemplo para mi vida. Astrid, por siempre llenar mi vida estresada de carcajadas. A mis primos por compartir esta etapa de mi vida con sonrisas y ánimo. Y a toda mi familia por creer en mí.

A mi padrino Jaime y padrino Brin por apoyarme y pensar en mi como una hija.

A Doña Isabelita Gutiérrez de Bosch por ser tan generosa conmigo, por brindarme todos los recursos necesarios para culminar mis estudios y estar pendiente de mí.

A mi Pin por ser parte de mi vida, estando a mi lado durante estos años, compartiendo desvelos, madrugadas y celebrando nuestros triunfos. Por todo su apoyo, paciencia, alegría y amor.

## **Agradecimientos**

A Doña Isabel Gutierrez de Bosch y el equipo de la fundación Juan Bautista Gutierrez por apoyarme durante estos años de estudio, por preocuparse por mi bienestar y brindarme todas las herramientas necesarias para culminar con éxito.

A Doña Magdalena de Quiñonez por ver en mi una persona con deseos de superación y apoyar mi sueño de seguir en la universidad, al Club Rotario de Guatemala por toda su generosidad y apoyo constante en estos años de carrera universitaria.

A Manuel por ser como un padre para mí, por cuidarme, por sus consejos en los días difíciles al buscar entrar en la universidad o conseguir un empleo, por las luchas que hemos compartido y por saber quererme con un cariño desinteresado.

A Mayra Monzón y Astrid Quiroz por escucharme siempre, preocuparse y luchar junto a mí para que pudiera superar cada obstáculo con valentía.

A la Residencia Verapaz y todas las residentes que conocí porque pude aprender algo bonito de cada una de ellas.

A todos mis amigos que me acompañaron durante la carrera, en los desvelos, proyectos y triunfos, por su cariño y apoyo. En especial a Lesly Xolop, Allison Serra, Andrea Sesam, Erika Navichoc, Dara Guzmán, Isabel Aguilar y Kevin Godinez.

A toda mi familia que de una u otra forma estuvieron pendientes de mí durante toda la carrera, motivándome a seguir adelante, creyendo en mí y amándome.

A la Ing. Isis por su apoyo durante la realización de la tesis, sus consejos y conocimientos.

A Licda. Silvia Carrillo por su apoyo en mis estudios, a mis profesores del INEBE Lo de Coy Mixco y Colegio Americano de Guatemala por todos los conocimientos que pude adquirir de ustedes.

A la Universidad Rafael Landívar, a los catedráticos y al departamento de becas, principalmente a la Licda. Ingrid Morjan, quienes creyeron en mí, me guiaron y aconsejaron a lo largo de los estudios.

## Resumen ejecutivo

El presente caso de estudio se realizó con el objetivo principal de determinar el rendimiento de extracción de la oleorresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) respecto al peso inicial de la materia prima vegetal por el método soxhlet en función de la sección de la planta utilizada. Influyó por ser Guatemala un país con un consumo diario de especias y hierba aromáticas entre estas la canela, que también se utiliza en la industria alimenticia para mejorar el aroma y enmascarar sabores en los productos terminados. Siendo necesario tener una metodología eficaz de obtención de resultados, para que los consumidores de esta materia prima puedan obtener oleorresina de canela y pueda así aplicarse como un saborizante en alimentos.

Para realizar la extracción de la oleorresina y determinar su rendimiento de extracción se realizaron 10 lixiviaciones, 5 de la corteza y 5 de las hojas del árbol de canela por el método soxhlet utilizando como solvente alcohol etílico grado alimenticio. Se realizó una caracterización fisicoquímica de ambas oleorresinas con la medición de la densidad, índice de refracción y solubilidad a temperatura ambiente e identificación de componentes activos por medio de una cromatografía GC-MS, para luego aplicarlas como un saborizante en una galleta a base de harina de arroz y medir la aceptación de las oleorresinas por medio de una prueba hedónica de 9 puntos. Por último se determinó la posibilidad de obtener un margen de utilidad por medio del proceso de extracción de las oleorresinas por el método soxhlet.

La canela es una planta cultivada en varios departamentos del país entre ellos el departamento de Chimaltenango y su municipio San Martín Jilotepeque de donde se sustrajo la materia prima vegetal para esta investigación, cuenta con condiciones climáticas que propician el cultivo de la canela teniendo altas posibilidades de poder comercializar esta especie completando un proceso de transformación para aumentar su valor agregado. Como parte de la aportación a la industria, se determinó el rendimiento de extracción de la oleorresina de canela de  $16 \pm 0.0096\%$  y  $11 \pm 0.29\%$  para la corteza y las hojas respectivamente. Se determinó que ambas oleorresinas son aceptadas, con valores arriba de 7 puntos por medio de la prueba hedónica de 9 puntos, el precio de venta determinado a partir de los costos directos de extracción con un margen de utilidad del 20% fue de Q21.95 lo que permite que la oleorresina extraída de las hojas del árbol de canela pueda ser competitiva frente a otros productos existentes en el mercado.



## Indice

<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1 Lo escrito sobre el tema .....	2
1.2 Marco teórico .....	5
1.2.1 Oleorresinas .....	5
1.2.2 Clasificación de las oleorresinas .....	5
1.2.3 Concretos y absolutos .....	6
1.2.4 Concretos .....	6
1.2.5 Absolutos .....	6
1.2.6 Usos de las oleorresinas.....	6
1.2.7 Ventajas del uso de oleorresinas .....	7
1.2.8 Lixiviación .....	7
1.2.9 Aplicaciones de la lixiviación.....	8
1.2.10 Método de extracción.....	13
1.2.11 Cromatografía.....	14
1.2.12 Canela .....	15
1.2.13 Principios activos del extracto de canela .....	17
1.2.14 Harina de arroz .....	19
1.2.15 Ventajas del arroz como ingrediente en la preparación de alimentos.....	20
1.2.16 Galletas .....	21
1.2.17 Aditivos alimenticios.....	21
1.2.18 Prueba sensorial.....	22
1.2.19 Análisis microbiológico.....	23
1.2.20 Precio de venta.....	25
<b>2. Planteamiento del Problema</b> .....	<b>26</b>
2.1 Objetivos .....	27
2.2 Hipótesis .....	27
2.2.1 Hipótesis nula .....	27
2.2.2 Hipótesis alternativa.....	29
2.3 Lista de variables .....	30
2.4 Definición de variables .....	31
2.5 Alcance y límites .....	34
2.6 Aporte .....	35
<b>3. Método</b> .....	<b>36</b>
3.1 Sujetos y unidades de análisis .....	36

3.2	Instrumentos .....	37
3.3	Procedimientos .....	40
3.3.1	Secado de hojas del árbol de canela .....	40
3.3.2	Molienda de materia prima.....	41
3.3.3	Lixiviación de oleorresina por el método Soxhlet. ....	43
3.3.4	Destilación simple de la oleorresina .....	45
3.3.5	Determinación de la densidad de la oleorresina.....	46
3.3.6	Determinación de la solubilidad de la oleorresina .....	46
3.3.7	Determinación del índice de refracción de la oleorresina .....	47
3.3.8	Análisis de las muestras de oleorresina por cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS y el análisis microbiológico de las galletas a base de harina de arroz. ....	48
3.3.9	Análisis sensorial de las oleorresinas de canela aplicadas como saborizantes en galletas a base de harina de arroz. ....	49
3.3.10	Elaboración de galletas gluten free de canela con chispas de chocolate. ..	50
3.3.11	Determinación del precio de venta.....	53
3.4	Diseño y metodología estadística .....	54
<b>4.</b>	<b>Presentación y análisis de resultados .....</b>	<b>60</b>
4.1	Recolección y clasificación de información.....	60
4.1.1.	Datos calculados .....	69
4.2	Tabulación y análisis estadístico de la información .....	72
4.2.1.	Granulometría.....	72
4.2.2.	Rendimiento de extracción.....	74
4.2.3.	Densidad .....	76
4.2.4.	Solubilidad .....	77
4.2.5.	Índice de refracción .....	79
4.2.6.	Cromatografía GC-MS.....	80
4.2.7.	Balances de masa .....	85
4.2.8.	Análisis sensorial .....	86
4.2.9.	Precio de venta.....	90
<b>5.</b>	<b>Discusión de resultados .....</b>	<b>91</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>100</b>
<b>7.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>101</b>
<b>8.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>102</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>103</b>
9.1	Anexo A glosario .....	103

9.1.1	Glosario de términos.....	103
9.2	Anexo B Análisis estadístico utilizado para este estudio de un solo factor, para probar o rechazar las hipótesis propuestas.....	105
9.2.1	Compuestos químicos .....	105
9.2.2	Características Organolépticas .....	106
9.3	Anexo B Costos de materia prima y materiales para extracción de oleorresina de canela. ....	108
9.4	Anexo C Balance de masa de galleta con oleorresina de canela .....	111
9.5	Anexo D Cromatogramas de oleorresina de corteza y de hojas de canela en función de la sección de la planta utilizada. ....	113
9.5	Anexo E Análisis microbiológico y análisis sensorial .....	138
9.6	Anexo F Norma Técnica Centroamericana.....	152

## Índice de tablas

Tabla 1.	Métodos cuantitativos para análisis microbiano en alimentos.....	24
Tabla 2.	Materia prima utiliza en la elaboración de galletas a base de harina de arroz.....	51
Tabla 3.	Experimentos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación.....	54
Tabla 4.	Experimentos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación y sus variables respuesta.....	56
Tabla 5.	Humedad final de las hojas del árbol de canela.....	60
Tabla 6.	Tamizado de hojas del árbol de canela.....	60
Tabla 7.	Tamizado de corteza del árbol de canela.....	61
Tabla 8.	Extracción de oleorresina de corteza de árbol de canela.....	61
Tabla 9.	Extracción de oleorresina de hojas del árbol de canela.....	62
Tabla 10.	Datos para determinar la densidad de la oleorresina de canela.....	62
Tabla 11.	Datos para determinar la solubilidad de la oleorresina de corteza del árbol de canela.....	63
Tabla 12.	Datos para determinar la solubilidad de la oleorresina de la hojas del árbol de canela.....	63
Tabla 13.	Determinación del índice de refracción de la oleorresina del árbol de canela.....	64
Tabla 14.	Composición química de la oleorresina de la corteza de canela para corrida 1.....	64

Tabla 15. Composición química de la oleorresina de la corteza de canela para corrida 2.....	65
Tabla 16. Composición química de la oleorresina de la corteza de canela para corrida 3.....	65
Tabla 17. Composición química de la oleorresina de la corteza de canela para corrida 4.....	65
Tabla 18. Composición química de la oleorresina de la corteza de canela para corrida 5.....	66
Tabla 19. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 1...66	
Tabla 20. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 2...66	
Tabla 21. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 3...67	
Tabla 22. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 4...67	
Tabla 23. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 5...67	
Tabla 24. Prueba hedónica de 9 puntos para las galletas a base de harina de arroz conteniendo oleorresina de canela.....	68
Tabla 25. Rendimiento de extracción de oleorresina de corteza del árbol de canela....	69
Tabla 26. Rendimiento de extracción de oleorresina de hojas del árbol de canela.....	70
Tabla 27. Densidad de la oleorresina de canela.....	70
Tabla 28. Solubilidad de la oleorresina de corteza del árbol de canela.....	71
Tabla 29. Solubilidad de la oleorresina de hojas del árbol de canela.....	71
Tabla 30. Promedio de humedad final de hojas del árbol de canela.....	72
Tabla 31. Granulometría de hojas del árbol de canela.....	72
Tabla 32. Granulometría de corteza del árbol de canela.....	73
Tabla 33. Rendimiento de extracción de oleorresina de canela.....	74
Tabla 34. Anova para extracción de oleorresina en función de la sección de planta.....	75
Tabla 35. Densidad de oleorresina de canela.....	76
Tabla 36. Anova para densidad de oleorresina en función de la sección de planta.....	76
Tabla 37. Solubilidad de oleorresina de canela en Hexano (Corteza y hojas).....	77
Tabla 38. Solubilidad de oleorresina de canela en Alcohol etílico al 95% (Corteza y hojas).....	77

Tabla 39. Anova para solubilidad de oleorresina en Hexano en función de la sección de la planta.....	78
Tabla 40. Anova para solubilidad de oleorresina en Alcohol etílico al 95% en función de la sección de la planta.....	78
Tabla 41. Índice de refracción de oleorresina de canela (Corteza y hojas).....	79
Tabla 42. Anova para el índice de refracción de la oleorresina en función de la sección de la planta.....	79
Tabla 43. Familia de compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 1...80	
Tabla 44. Familia de compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 2...80	
Tabla 45. Familia de compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 3...80	
Tabla 46. Familia de compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 4...81	
Tabla 47. Familia de compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 5...81	
Tabla 48. Familia de compuestos químicos de oleorresina de hojas para corrida 1.....81	
Tabla 49. Familia de compuestos químicos de oleorresina de hojas para corrida 2.....82	
Tabla 50. Familia de compuestos químicos de oleorresina de hojas para corrida 3.....82	
Tabla 51. Familia de compuestos químicos de oleorresina de hojas para corrida 4.....82	
Tabla 52. Familia de compuestos químicos de oleorresina de hojas para corrida 5.....82	
Tabla 53. Análisis de contenido de Cinamaldehído en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.....	83
Tabla 54. Anova de Cinamaldehído en función de la sección de la planta.....	83
Tabla 55. Análisis de contenido de Eugenol en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.....	83
Tabla 56. Anova de Eugenol en función de la sección de la planta.....	84
Tabla 57. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra A).....	85
Tabla 58. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra B).....	86
Tabla 59. Análisis para la característica de olor en función de la muestra de galleta....	86
Tabla 60. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de olor.....	87
Tabla 61. Análisis para la característica de sabor en función de la muestra de galleta..	87

Tabla 62. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de sabor.....	87
Tabla 63. Prueba hedónica de 9 puntos para las dos muestras de oleorresina aplicadas como saborizantes en galletas a base de harina de arroz.....	88
Tabla 64. Resumen de los resultados del análisis de varianza (Anova).....	89
Tabla 65. Precios de oleorresina extraída y precio de venta de aceites convencionales del mercado.....	90
Tabla 66. Precios de oleorresina extraída con recuperación de solvente y precio de venta de aceites convencionales del mercado.....	90
Tabla 67. Análisis de contenido de Propilenglicol en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.....	105
Tabla 68. Anova de Propilenglicol en función de la sección de la planta.....	105
Tabla 69. Análisis de contenido de Benzil Benzoato en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.....	105
Tabla 70. Anova de Bencil Benzoato en función de la sección de la planta.....	106
Tabla 71. Análisis para la característica de color en función de la muestra de galleta.....	106
Tabla 72. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de color.....	107
Tabla 73. Análisis para la característica de textura en función de la muestra de galleta.....	107
Tabla 74. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de textura.....	107
Tabla 75. Análisis para la característica de dureza en función de la muestra de galleta.....	108
Tabla 76. Anova para los datos de prueba hedónica de galleta a base de harina de arroz para la característica de dureza.....	108
Tabla 77. Costos directos para la oleorresina de corteza del árbol de canela.....	109
Tabla 78. Costos directos para la oleorresina de hojas del árbol de canela.....	109
Tabla 79. Costos directos para oleorresina de corteza con recuperación de solvente.....	110
Tabla 80. Costos directos para oleorresina de hojas con recuperación de solvente.....	110
Tabla 81. Análisis microbiológico de la galleta a base de harina de arroz conteniendo oleorresina del árbol de canela.....	138

## 1. Introducción

La determinación de rendimiento de extracción por el método soxhlet es uno de los métodos tradicionales que se utilizan para aislar compuestos químicos a partir de material vegetal. Con esta técnica se logran extraer analitos volátiles funcionales para el aroma y la calidad del aceite extraído. En Guatemala existen diversas especies vegetales que pueden someterse a este método, entre ellos, el árbol de canela que se encuentra en diferentes departamentos como Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Sacatepéquez y Suchitepéquez. De donde se puede extraer la oleorresina de canela y que en este trabajo se busca su aplicación como un saborizante en una galleta.

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 de la sección de la planta, realizar su caracterización fisicoquímica, aplicarla como un saborizante en una galleta a base de harina de arroz y medir la aceptación del público por medio de una prueba hedónica de nueve puntos. Se realizó un proceso de secado para las hojas, obteniendo como humedad final de las hojas 5.03%, aptas para realizar la extracción. Además de realizar un análisis granulométrico para cada una de las secciones de la planta. Utilizando el equipo de extracción soxhlet y un tamaño de lote de 40 g se determinó que el rendimiento de la oleorresina fue mayor para la extracción con corteza que con hojas, siendo de  $16 \pm 0.01\%$  y  $11.25 \pm 0.30\%$ , respectivamente. Para la caracterización fisicoquímica de la oleorresina se realizó la medición de la densidad, índice de refracción y 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 ambas oleorresinas fue el Propilenglicol. Y como segundo componente mayoritario el Cinamaldehído para la Oleorresina de Corteza y el Eugenol para la oleorresina de hojas.

Se aplicó la oleorresina de canela como un saborizante en galletas a base de harina de arroz, realizando una muestra A (con oleorresina de corteza de canela), muestra B (con oleorresina de hojas de canela). Las oleorresinas se sometieron a un análisis sensorial por medio de la prueba hedónica de 9 puntos con un panel de 50 jueces. Determinando que las dos oleorresinas son aceptadas, con valores arriba de 7 puntos, con mayor puntuación la muestra A, seguida de la muestra B. Al determinar el precio de venta por medio de los costos directos de extracción y fijando un margen de utilidad del 20% se concluye que la oleorresina de hojas de canela presenta una viabilidad económica y su precio de venta de Q21.95 le permite ser competitiva frente a otros productos como los aceites esenciales convencionales existentes en el mercado.

## 1.1 Lo escrito sobre el tema

La extracción de oleorresinas es un proceso que en la actualidad está teniendo recientes investigaciones cuando el objetivo es la obtención convencional por medio del uso de disolventes orgánicos. Por lo tanto, los antecedentes planteados a continuación son tópicos que se acercan al objeto de investigación.

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.

García, Benitez, Chávez y Cerezo (2001) en su estudio realizado por parte de la DIGI mencionan el método de hidrodestilación a escala laboratorio para el aceite esencial y 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.

Cano, Piedrasanta, Benítez y López (2002) mencionan en su estudio el cual fue el proyecto 28-99 de FODECYT, CONCYT y SENACYT, la extracción a escala planta piloto de chile habanero (*Capsicum chinense*), chile chocolate (*Capsicum annum* L. V.) y chile jalapeño (*Capsicum annum*) evaluando 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%.



López (2004) menciona en su trabajo de graduación realizado en la Escuela de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La evaluación del 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%.

Deulofeu (2006) menciona en su tesis el estudio del cardamomo utilizando como método de extracción la maceración dinámica del fruto molido, filtración y posterior concentración del extracto; manejando 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.

Lopez (2009) menciona en su trabajo de investigación, el estudio donde utilizó el método de extracción maceración dinámica de la hoja molida del laurel, posterior filtración y concentración del extracto obtenido; se manejó como variables controlables, el tamaño de partícula comprendidos entre los tamices núm. 5 (4mm) y núm. 200 (75µm) 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 %).

Soberanis (2009) indica en su trabajo de graduación obtenida a nivel laboratorio utilizando dos métodos de lixiviación a tres diferentes temperaturas. El estudio de 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.

Wong (2012) menciona en su proyecto de investigación la extracción y la comparación de dos métodos de extracción del aceite esencial de canela y el análisis e identificación del compuesto activo en el aceite esencial. Realizó una destilación al vapor y una extracción por el método soxhlet. La destilación al vapor produjo aceite esencial de alta calidad a comparación del método soxhlet que produjo aceite esencial en forma cruda usando un evaporador rotatorio para purificar el producto extraído. El aceite esencial de canela presenta un alto contenido de Cinamaldehído de 90% procedente de destilación al vapor y de 62-73% por extracción soxhlet.

## 1.2 Marco teórico

### 1.2.1 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.

Los solventes para la extracción de aceites esenciales deben estar conforme a la legislación nacional sobre alimentos. En la mayoría de los países es permitido el uso de etanol, de la acetona, del hexano y del alcohol isopropílico. Los solventes clorados han tenido una serie de restricciones con relación a su uso. Las oleorresinas pueden ser mejoradas por la adición del aceite esencial o aceite vegetales comestibles. Este proceso busca reconstituir el patrón en relación al aroma y sabor observados en la droga vegetal para atender a las conveniencias de la industria de alimentos.

El solvente utilizado en la extracción debe ser apolar y no miscible con el agua, en caso contrario el agua podría disolverse en el mismo, modificando su polaridad y la propiedad de disolver los componentes volátiles. Los solventes más usados son el hexano y el éter de petróleo, que poseen un punto de ebullición inferior a 80°C. El proceso usado es la maceración, siendo realizada a temperaturas inferiores al punto de ebullición del solvente. El solvente debe evaporarse cuidadosamente. Los rendimientos se sitúan en el orden del 0.5%. Sharapin (2000).

### 1.2.2 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.

### 1.2.3 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.

### 1.2.4 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.

### 1.2.5 Absolutos

El absoluto se obtiene de un concreto, este se redisuelve 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.

### 1.2.6 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.

### 1.2.7 Ventajas del 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.

### 1.2.8 Lixiviación

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. “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.

#### 1.2.9 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.

- 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.

- 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. El tiempo de secado se define como el intervalo de tiempo que se cuenta desde el momento en que se inicia el secado de la hoja hasta un instante determinado de avance del mismo. El porcentaje de humedad de la hoja se define, en un instante determinado de avance del proceso de secado, como la relación entre la diferencia del peso sólido húmedo menos el peso del sólido seco respecto del peso del sólido seco. Para estas mediciones es necesario partir de un valor de humedad de referencia que es el contenido de humedad de la hoja fresca determinado por análisis de humedad.

- 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. Las partículas pequeñas crean una mayor área de contacto entre el sólido y el líquido y una distancia más corta para que el soluto se difunda a través de la partícula y alcance la superficie. Pero si el tamaño de partícula es demasiado pequeño, se forman conglomerados que impiden la circulación de solvente entre las partículas y dificultan su separación del solvente provocando que las partículas de sólido puedan ser arrastradas con el solvente.

- 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. El ensayo trata básicamente de separar una muestra de agregado seco de masa conocida, a través de

una serie de tamices de aberturas progresivamente menores, con el objeto de determinar los tamaños de las partículas.

Figura 1. Tamizador



Fuente: Laboratorio de resistencia materiales, Universidad Rafael Landívar (2017)

- 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. La difusión del soluto a través de la estructura porosa de los sólidos residuales es el factor que controla la velocidad de extracción, el material debe de ser de un tamaño pequeño para que la distancia que deba recorrer el soluto sea pequeña. Además, la difusión del soluto desde la superficie de las partículas hacia la masa de la disolución es suficientemente baja para controlar el proceso, será necesario un alto grado de agitación del fluido.

- 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.



Cuanto más pequeño es el tamaño de la partícula, mayor es el área de contacto entre el sólido y el líquido y, por lo tanto, más elevada la velocidad de transferencia de material. Además, menor es la distancia que debe recorrer el soluto por el interior del sólido. Por otra parte, la superficie puede no ser utilizada de una forma totalmente eficaz con un material muy fino, si se dificulta la circulación del líquido, siendo más difíciles la separación de las partículas del líquido y el escurrido del residuo sólido. Generalmente es aconsejable que la gama de tamaños de partícula sea pequeña, de forma que cada partícula requiera aproximadamente el mismo tiempo para la extracción, y, en particular, debe evitarse la producción de gran cantidad de material fino, ya que éste puede alojarse en los intersticios de las partículas mayores impidiendo así el flujo del disolvente. Coulson (2003).

- 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.

En la mayor parte de los casos, la solubilidad del material que se está extrayendo aumentará con la temperatura ocasionando una mayor velocidad de extracción. Además, es de esperar que el coeficiente de difusión aumente al elevarse la temperatura mejorándose también así dicha velocidad. En ciertos casos, el límite superior de temperatura está determinado por consideraciones secundarias, tales como la necesidad de evitar la acción de las enzimas en la extracción de un azúcar, por ejemplo. Coulson (2003).

- 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.

- 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 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.

Coulson (2003) expone que el líquido escogido debe ser un buen disolvente selectivo, con una viscosidad suficientemente baja para que pueda circular con facilidad. En general se utilizará inicialmente un disolvente relativamente puro, pero a medida que la extracción vaya teniendo lugar la concentración de soluto aumentará y la velocidad de extracción disminuirá progresivamente, en primer lugar, debido a la disminución del gradiente de concentración, y en segundo lugar porque la disolución aumentará generalmente su viscosidad.

- 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.

### 1.2.10 Método de extracción

- 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 Soxhlet



Fuente: Laboratorio de química, Universidad Rafael Landívar (2017)

Núñez (2008) explica que el extractor Soxhlet realiza un sinfín de extracciones de manera automática, con el mismo solvente que se evapora y condensa llegando siempre de manera pura al material. Al inicio se debe de preparar la muestra, con frecuencia esta debe ser dividida en fragmentos de mayor o menor tamaño. La cantidad de solvente debe ser la necesaria para que al ascender al cartucho y antes de que se haga la sifonada, no quede seco el balón inferior porque de esa manera, o se seca la muestra y se quema, o cuando caiga el líquido de la sifonada sobre el vidrio recalentado se puede producir una explosión de los vapores con el consiguiente riesgo de accidente.

### 1.2.11 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 mueve 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.

- 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.

- 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.

### 1.2.12 Canela

Árbol modesto que mide de 3 a 10 metros de alto, con la corteza lisa y color pardo anaranjado. Las hojas son ovadoblancas, 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.

- Clima y suelos

Esta planta requiere un clima caliente y húmedo, con temperatura media anual entre 24 y 30°C y una precipitación entre 2,000 y 4,000 mm anuales bien distribuidos durante todo el año, condiciones que se encuentran en altitudes entre 0 y 600 msnm.

- Siembra

Se mencionan distancias entre árboles desde 4x4m, 3x3m, 3.8 x 2.5 hasta 3 x 2.5m. Para el manejo comercial, se puede considerar una distancia de 2.5m entre hileras y 2m entre plantas. Es necesario proporcionar sombra a la plantación de canela, para contribuir al aumento de la producción y calidad de la corteza.

- Cosecha

La primera cosecha se hace a los tres o cuatro años y luego cada dos años, dos veces al año, entre los meses de mayo y junio y en octubre, cuando las ramas tienen más de 3 cm de diámetro y sus colores han cambiado a un color violáceo o verde oscuro, ya que en esta etapa se puede separar fácilmente la corteza de la madera. Las ramas que se cosechan son aquellas que han alcanzado una altura entre 2.5 y 3m y más de 3cm de diámetro y se cortan a 5cm del tronco principal, el cual seguirá produciendo los nuevos brotes para las próximas cosechas. Una vez cortada las ramas, se les eliminan las hojas y se llevan al lugar de beneficiado donde se extrae la corteza. La calidad de la corteza depende de su posición en la rama. La parte media produce canelas de primera calidad,

la del extremo superior de segunda y la de la base provee la canela de tercera calidad. Para quitar la corteza de las ramas, se hacen dos cortes a lo largo de ellas y la corteza se despeja con la ayuda de una herramienta filosa. Las cortezas se ponen una sobre otra de manera que la parte exterior de una quede en contacto con la parte inferior de la otra y se dejan así por un día o más para que ocurra la fermentación, lo que facilita después el desprendimiento de la cutícula con la pulpa verdosa mediante una navaja curva que da un sabor amargo a la canela.

Figura 3. Árbol canelo, hoja y corteza de canela.



Fuente: San Martín Jilotepeque, Chimaltenango (2017)

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.

- San Martín Jilotepeque

Hemeroteca Prensa Libre (2015) menciona que San Martín Jilotepeque es una de esas regiones del país en donde no se puede hablar de un solo clima. El municipio está ubicado a una distancia de 18.5 kilómetros de la cabecera de Chimaltenango, y a 72 kilómetros de la ciudad. Allí se combina la tierra fría donde la temperatura puede llegar a los 0 o 5°C, por lo que es apto para cosechar manzana y durazno. El clima templado, como el de la cabecera municipal, facilita la siembra de tomate, ejote francés, zanahoria

y café, uno de los mejores cafés del país. El clima cálido, el cual es similar al de la costa, es apto para la piña, sandía, mango y caña de azúcar; por ello existen varios trapiches.

El municipio de San Martín Jilotepeque cuenta con dos tipos de climas: húmedo mesotermal; y Subhúmedo microtérnico. Bautista (2008) expone que el período en que las lluvias son más frecuentes es de mayo a noviembre, variando en intensidad según la situación y orografía. Posee días claros y soleados durante los meses en que no llueve y parcialmente nublados durante la época de enero a abril. Un pequeño sector de aldeas pertenece al bosque húmedo subtropical (templado), con una precipitación mínima de 1100 mm, una máxima de 1349 mm y un promedio de 1224 mm.

- Información botánica del árbol de canela

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

- 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, gammaterpineol, geraniol, isoeugeneol, cariofileno, 3-fenilpropenal (aldehído cinámico) corteza.
- Furfural, alcanfor, fibra y mucílagos (corteza).
- Taninos (planta).
- Sacarosa y vainilla.

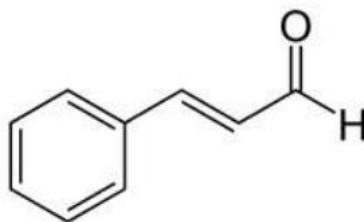
### 1.2.13 Principios activos del extracto de canela

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

- Cinamaldehído

Carrizosa (2008) menciona que el nombre IUPAC es 3-fenil-2-propenal, tiene número de CAS de 14371-10-9, su fórmula química es  $C_9H_8O$  y su masa molecular 136.2g/mol. Este se encuentra presente en la naturaleza como trans-cinamaldehído, y está compuesto por un aldehído insaturado unido a un grupo fenilo; por ello, tiene aromaticidad. Es un líquido aceitoso de color de amarillo a verde, con olor penetrante a canela. Su punto de ebullición de 253°C a 760 mmHg. 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 1.42x10<sup>3</sup> mg/L a 25°C por lo que presenta una baja solubilidad en agua, siendo muy soluble en aceites. Es soluble en éter, cloroformo, alcoholes y aceites, pero insoluble en éter de petróleo. Tiene una presión de vapor de 1 mmHg a 76°C.

Figura 4. Estructura química del Cinamaldehído

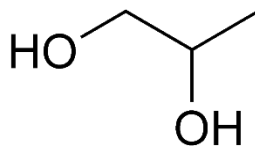


Fuente: Curso de Biotecnología, Universidad Carlos Olavide (2017)

- Propilenglicol

El propilenglicol (nombre sistemático: propano-1,2-diol), es un compuesto orgánico (un alcohol, más precisamente un diol) incoloro, insípido e inodoro. Es un líquido aceitoso claro, higroscópico e hidrosoluble. Se obtiene por hidratación del óxido de propileno. El metabolismo del propilenglicol genera ácido pirúvico o piruvato, que ingresa directamente al ciclo de Krebs, siendo metabolizado por la célula de forma natural.

Figura 5. Estructura química del Propilenglicol



Fuente: Kimiexplorer (2017)

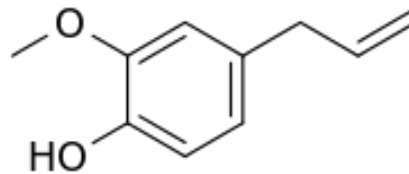
- Eugenol

El nombre IUPAC es 4-aliil-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 del Eugenol

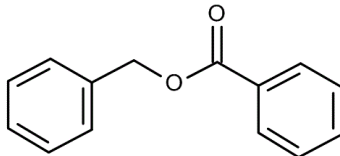


Fuente: Thermo Fisher Scientific (2017)

- Benzil Benzoato

También se le conoce como benzoato de bencilo, su número de CAS es 120-51-4 cuya fórmula química es C<sub>14</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub> y su masa molar de 213.3 g/mol. Es un líquido incoloro y ligero aromático, es insoluble en agua y soluble en etanol, cloroformo y éter.

Figura 7. Estructura química del Benzil Benzoato



Fuente: ACOFARMA, 2006

#### 1.2.14 Harina de arroz

La asociación celiaca del Uruguay (2016) Indican que esta es una harina sin gluten, y por su alto contenido en almidón, es ideal para utilizarla como espesante en las salsas. La harina de arroz es complicada de utilizar en exclusiva para hacer pan o masas que necesiten levar porque no tiene las suficientes proteínas, pero puede utilizarse mezclándola con otras harinas. Conserva muchas de las propiedades del arroz, por lo que tienen un alto contenido en proteínas, minerales y vitaminas del grupo B.

Sánchez (2007) menciona que entre los cereales considerados aptos para ser consumidos por la población celíaca (maíz, arroz, sorgo) y que han sido objeto de estudios por intentar sustituir al trigo en la formulación de productos panificados, el arroz es el más utilizado. Esto se debe a que por su bajo contenido en prolaminas (Rosell, 2004), su carácter hipoalergénico, sabor insípido, bajo contenido en sodio y alto contenido de carbohidratos de fácil digestión, lo transforman en un cereal especialmente apto no sólo para preparar alimentos para celíacos, sino también para intervenir en dietas especiales.

Aunque los panes elaborados utilizando tanto el arroz como cualquier otro de los cereales mencionados, como sustitutos del trigo, raramente cuentan con buena aceptabilidad. La imposibilidad de las harinas de estos cereales de formar una fase continua y estructura de masa cuando son mezcladas con agua (Pedrosa y El-Dash, 2006) es debido a la falta de propiedades viscoelásticas que sólo poseen las proteínas formadoras de gluten presentes en el trigo (Torres, 1999) y que son imprescindibles para obtener panes de buena calidad. Para lograr esta aceptabilidad es necesario que los panes libres de gluten, formulados con estos cereales, tengan características de calidad similares a los panes elaborados con harina de trigo. Para intentar aproximarse a un plan de calidad aceptable, se han llevado a cabo estudios en donde se han incorporado a la formulación ingredientes capaces de aportar propiedades viscoelásticas a la masa que contribuyan a la retención del gas producido durante la fermentación, aspecto de gran importancia para la formación y el establecimiento de la estructura que determina la textura final característica del pan elaborado con harina de trigo. Estos ingredientes en su mayoría hidrocoloides como el hidroxipropilmetilcelulosa, espina corona, goma xántica, goma guar y gelatina.

#### 1.2.15 Ventajas del arroz como ingrediente en la preparación de alimentos

- Es libre de colesterol
- Contenido de grasa menor al 1.0%
- Es libre de sodio
- Es un carbohidrato complejo: Está conformado por almidones y fibras.
- Es de fácil digestión

El arroz y la harina de arroz (arroz molido) como carbohidratos complejos, proveen una mayor cantidad de vitaminas, minerales y fibras que los carbohidratos simples. La harina de arroz es el resultado de la molturación del grano sano y limpio de este cereal, dando como resultado un cambio en sus propiedades físicas que le confieren nuevos usos y aplicaciones, pero manteniendo las mismas características nutricionales que las del arroz del que se obtiene.

La primera característica importante de la harina de arroz es su ausencia de gluten, esto la hace apta para el consumo de las personas celiacas o sensibles al gluten. Su componente más importante son los carbohidratos (80 %), seguido de las proteínas (7 %) y conteniendo solamente un 1% de materia grasa. Este aporte de carbohidratos lo hace en forma de almidón por lo que es muy adecuada para las personas con diabetes ya que este tipo de azúcar es de metabolización lenta. Es además un alimento muy recomendable para la salud cardiovascular por su muy bajo contenido en materia grasa y colesterol, así como en sodio, por lo que es parte fundamental de la dieta de las personas hipertensas. Además, aporta un alto contenido en minerales como el calcio y el

hierro y en vitaminas (niacina, vitamina D, tiamina y riboflavina). En resumen, la harina de arroz es un alimento recomendable para todo el mundo, pero especialmente para las personas celiacas, diabéticas, hipertensas o con problemas cardiovasculares.

#### 1.2.16 Galletas

Es un 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. La principal atracción de la galletería es la gran variedad posible de tipos. Son alimentos nutritivos con gran margen de conservación.

Existen especificaciones establecidas por la DGN para galletas, la cual indica que las especificaciones sensoriales son el color, olor y sabor característico de cada producto. El producto debe estar libre de fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores, así como de cualquier otra materia extraña objetable. Los ingredientes opcionales son pueden ser la lecitina, saboradores, colorantes, emulsificantes, antioxidantes y mejoradores de masa.

#### 1.2.17 Aditivos alimenticios

Según el RTCA aditivo alimentario se reconoce como cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento por sí misma ni se usa normalmente como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencional al alimento para un fin tecnológico (inclusive organoléptico) en la fabricación, elaboración, tratamiento, envasado, empaque, transporte o almacenamiento provoque, o pueda esperarse razonablemente que provoque directa o indirectamente, el que ella misma o sus subproductos lleguen a ser un complemento del alimento o afecten sus características. Esta definición no incluye los contaminantes, ni las sustancias añadidas al alimento para mantener o mejorar las cualidades nutricionales.

Para este trabajo de graduación, como agente modificador de caracteres organolépticos, se utilizará la oleorresina de canela, tomando en cuenta su efecto saborizante. 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.

### 1.2.18 Prueba 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.

Ibañez (2008) expone el papel de la evaluación sensorial de gran importancia en prácticamente todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto. La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing).

- Prueba hedónica

Sancho (2008) explica que esta prueba se aplica cuando se han de hacer comparaciones donde los catadores deben ser seleccionados ( $n > 36$ ) o totalmente neófitos ( $n$  entre 60 y 100) en el análisis sensorial. En estas pruebas las muestras se presentan individualizada, en diferente orden para cada individuo y se pide al catador que las califique sobre una escala de intervalo no estructurado o de acuerdo a una gradación de este tipo:

1. Extremadamente Agradable
2. Muy agradable
3. Agradable
4. Ligeramente agradable
5. Ni agradable ni desagradable (ni fú ni fá)
6. Ligeramente agradable
7. Desagradable
8. Muy desagradable
9. Extremadamente desagradable

Las escalas hedónicas verbales recogen una lista de términos relacionados con el agrado o no del producto por parte del consumidor. Pueden ser de cinco a once puntos variando desde el máximo nivel de gusto al máximo nivel de disgusto y contar con un valor medio neutro, a fin de facilitar al evaluador la localización de un punto de neutralidad. En general

cuando se emplean muchas descripciones se ha demostrado, que, en vez de orientar al consumidor, le origina confusión, de ahí que las más empleadas sean las escalas bipolares de 9 puntos. Para realizar la prueba pueden presentarse varias muestras para que sean evaluadas por separado según la naturaleza del estímulo, no obstante, se ha comprobado que el evaluador tiende a hacer comparaciones entre las muestras, por eso si se desea tener un criterio de aceptación totalmente independiente para cada muestra analizada, deba presentarse cada una en sesiones de evaluación diferentes.

### 1.2.19 Análisis microbiológico

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.

- 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.

- 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.
- Levaduras: son seres de mayores dimensiones que las bacterias, también unicelulares y con formas variables. 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.
- 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 de forma redonda oval y normalmente con pequeña cola que utilizan para penetrar en las células que infectan.

- 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.

Tabla 1. Métodos cuantitativos para análisis microbiano en alimentos.

<b>Método</b>	<b>Método específico</b>	<b>Descripción</b>
Conteo Directo	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 selectivo	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.

Fuente: Elaboración propia (2017)

### 1.2.20 Precio de venta

La determinación del precio de un producto o servicio es una cuestión especialmente importante en un plan de negocio y que puede influir de manera determinante en la respuesta de los consumidores ante nuestra oferta, y por lo tanto en la viabilidad económica de la iniciativa empresarial. Es imprescindible que conozcamos primero los costos de producción y comercialización (fijos y variables). Y también es importante que se conozca los precios que ofrece la competencia por productos iguales o similares a los nuestros. Es recomendable estudiar los siguientes aspectos: ¿Por qué valor están dispuestos a pagar nuestros clientes? ¿Cómo pagan los clientes en el sector o actividad en el que se va a emprender? ¿Cómo les gustaría pagar?

Para poder realizar un modelo de negocio con viabilidad económica es necesario cumplir con varios objetivos como la estimación de demanda e ingresos, identificación de beneficios y costos, calcular el valor residual, la construcción del flujo de fondos y los ratios y un análisis de sensibilidad, aunque este proyecto sólo se enfoca en la estimación de costos directos. Y para calcular un precio de venta lo único que se necesita es saber el costo del producto y establecer el margen de ganancia; este margen de ganancia también se conoce como rentabilidad. También es necesario conocer el precio de venta de la competencia ya que, si se establece un precio de venta muy superior al de la competencia sin importar una propuesta de valor al producto o servicio, lo más seguro es que se comience a perder clientes.

Se debe de tener cuidado con fijar un precio de venta muy bajo, ya que esto puede llevar al cierre del negocio. Ya que cobrar un valor muy debajo del factible después de un tiempo, en vez de alcanzar el beneficio, se tendrán deudas. Por lo tanto, es importante colocar como punto de partida todos los costos relacionados al producto y un porcentaje de beneficio deseado. El margen de ganancia o de utilidad se refiere a la rentabilidad de un producto, servicio o negocio, en otras palabras, el margen de ganancia debe de indicar el rendimiento de un producto al ser vendido. Este se refleja en porcentaje 10%, 20%, 50%, etc. Entre más grande sea el número, mayores beneficios se obtendrán al vender dicho producto, servicio o negocio. Para determinar el precio de venta se debe tomar en cuenta el margen de utilidad y los costos, para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Precio} = \frac{\text{Costos}}{1 - \% \text{margen de utilidad}}$$

## 2. Planteamiento del Problema

La canela forma parte del grupo de especias y hierbas aromáticas que a nivel nacional son consumidas de forma diaria y su uso como especie no tiene restricciones oficiales. Por lo que en la industria alimenticia se utiliza muy frecuentemente para mejorar el aroma o enmascarar sabores en los productos terminados. También se utiliza en la panadería y en la cocina para pastas, pastelería y numerosos preparados por lo que se considera de alto consumo, expendida en raja y en polvo. Se cultiva en varios departamentos del país entre ellos Chimaltenango, municipio; San Martín Jilotepeque de donde se sustrajo material vegetal para esta investigación, ya que Guatemala cuenta con condiciones climáticas que propician el cultivo de diversidad de productos vegetales muy apreciados en el comercio e industria tanto nacional como internacional. Sin embargo, se comercializan actualmente sin realizarles ningún proceso de transformación, más que a veces el simple secado de las plantas completas.

Con el auge que se tiene en los últimos tiempos de la utilización de los extractos tanto de aceite esencial como oleorresinas en la industria de alimentos, medicamentos y cosméticos provenientes de ciertas plantas, se observa la necesidad de que se determine la viabilidad de poder realizarle a este tipo de materias primas vegetales un proceso de transformación que conlleven a aumentar su valor agregado y obtener un margen de utilidad a partir de esto. 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 trabajo de investigación se espera obtener un saborizante que pueda emplearse en la industria de alimentos, que sea de fácil extracción y que sea aceptado para poderlo aplicar en un alimento y para los fines del presente estudio se aplica en una galleta a base de harina de arroz. La oleorresina puede ser usada como un saborizante al igual que las especies enteras o molidas ya que no afectan las características de sabor y aroma propias del alimento. Se utilizan al igual que las plantas de donde se obtienen, como saborizantes en alimentos, pero tienen la ventaja con relación a las plantas secas y molidas, que ocupan menos volumen con la consiguiente facilidad de su manejo.

Por lo tanto, es conveniente poder determinar el rendimiento de extracción de la oleorresina de canela a escala laboratorio, de la corteza y las hojas del árbol de canela. Además de realizar una caracterización fisicoquímica de la oleorresina para conocer sus propiedades generales y composición química. Para luego utilizarlo como un saborizante y aplicarlo en un alimento, para este proyecto, una galleta a base de harina de arroz. Y por último determinar la viabilidad de obtener un margen de utilidad a partir de su producción. A lo que finalmente ¿Es posible determinar el rendimiento de extracción de la oleorresina de canela de la corteza y de las hojas del árbol, caracterizar la oleorresina de canela y aplicarlo como un saborizante en una galleta a base de harina de arroz?



## 2.1 Objetivos

### 2.1.1 Objetivo general

Evaluar el rendimiento y la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de la canela (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) a escala laboratorio, utilizarlo como saborizante en una galleta a base de harina de arroz y determinar sus costos directos de extracción.

### 2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de rendimiento de extracción respecto al peso inicial de la materia prima vegetal por el método soxhlet en función de la sección de la planta utilizada.
- Efectuar análisis fisicoquímicos para determinar las propiedades generales y la composición química de la oleorresina de canela.
- Indicar el grado de aceptación de la oleorresina de canela utilizada como saborizante en una galleta a base de harina de arroz.
- Determinar la viabilidad de obtención de un margen de utilidad en la producción de las oleorresinas de canela partiendo de los costos directos de extracción, mediante la comparación de precios de venta de oleorresinas convencionales existentes en el mercado.

## 2.2 Hipótesis

### 2.2.1 Hipótesis nula

**Ho1:** no existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento extractivo de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para realizar la extracción.

**Ho2:** no existe diferencia significativa en el valor de la densidad 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 valor de la solubilidad de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho4:** no existe diferencia significativa en el valor del índice de refracción de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho5:** no existe diferencia significativa en el valor de área del Cinamaldehído de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho6:** no existe diferencia significativa en el valor de área del Eugenol de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho7:** no existe diferencia significativa en el valor de área del Propilenglicol de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho8:** no existe diferencia significativa en el valor de área del Benzil benzoato de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho9:** no existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de color de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho10:** no existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de olor de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho11:** no existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de sabor de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho12:** no existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de textura de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho13:** no existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de dureza de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

### 2.2.2 Hipótesis alternativa

**Ho1:** si existe diferencia significativa en el porcentaje de rendimiento extractivo de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para realizar la extracción.

**Ho2:** si existe diferencia significativa en el valor de la densidad de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para realizar la extracción

**Ho3:** si existe diferencia significativa en el valor de la solubilidad de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho4:** si existe diferencia significativa en el valor del índice de refracción de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho5:** si existe diferencia significativa en el valor de área del Cinamaldehído de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho6:** si existe diferencia significativa en el valor de área del Eugenol de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho7:** si existe diferencia significativa en el valor de área del Propilenglicol de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho8:** si existe diferencia significativa en el valor de área del Benzil benzoato de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho9:** si existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de color de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho10:** si existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de olor de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho11:** si existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de sabor de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho12:** si existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de textura de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

**Ho13:** si existe diferencia significativa en el valor de aceptación para la característica de dureza de la galleta a base de harina de arroz utilizando como saborizante la oleorresina de canela en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

## **2.3 Lista de variables**

### 2.3.1 Variables independientes

- Secciones de la planta utilizada para la extracción de oleorresina (corteza y hojas)
- Saborizante utilizado en la elaboración de la galleta a base de harina de arroz (oleorresina de corteza y oleorresina de hojas) y condiciones fijas de extracción (temperatura y presión).

### 2.3.2 Variables dependientes

- Porcentaje de rendimiento obtenido en la extracción de oleorresina de canela
- Propiedades físicas de la oleorresina
  - Densidad
  - Solubilidad
  - Índice de refracción
- Componentes químicos activos de la oleorresina (Propilenglicol y Benzil Benzoato se tienen en cuenta como un complemento para la información de la composición química general de las oleorresinas).
  - Eugenol
  - Propilenglicol
  - Cimaldehído
  - Benzil benzoato

- Parámetros microbiológicos
  - Recuento aeróbico total
  - Recuento de coliformes totales
  - Recuento de coliformes fecales
  - Aislamiento e identificación de *Escherichia coli*
  - Recuento de mohos y levaduras
  
- Nivel de aceptación por medio de prueba hedónica (Las características de color, textura y dureza se tienen en cuenta como un complemento para la información de la percepción de los jueces hacia el alimento con la aplicación del saborizante).
  - Color
  - Olor
  - Sabor
  - Textura
  - Dureza

## **2.4 Definición de variables**

### 2.4.1 Definiciones conceptuales

#### Variables independientes

- a) Secciones de la planta utilizada para la extracción de oleorresina (corteza y hojas).
  - La corteza es una formación de un conjunto de tejidos de protección que acompaña a los tejidos vasculares secundarios originados por el cámbium vascular (Raisman, 2000). Las hojas son órganos vegetativos, generalmente aplanados, situados lateralmente sobre el tallo, encargados de la fotosíntesis. (Gonzales, 2000).
  
- b) Saborizante utilizado en la elaboración de la galleta a base de harina de arroz: oleorresina de corteza y oleorresina de hojas de canela y condiciones fijas de extracción (temperatura y presión).
  - La oleorresina de canela usada como saborizante, para preservar o dar sabor a los alimentos es obtenida de la extracción con solventes de los palos secos de canela. Es un líquido rojizo café con un olor gustoso característico y un ligero dulce picor (Oleoespecias.com)

## VARIABLES DEPENDIENTES

- a) Porcentaje de rendimiento obtenido en la extracción de oleorresina de canela
  - Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados (RAE, 2017).
- b) Propiedades físicas de la oleorresina
  - Atributo o cualidad esencial de algo. (RAE, 2017). De la materia son aquellas características propias de la sustancia, que al ser observadas o medidas no producen nuevas especies químicas (UNAM, 2010).
- c) Componentes químicos activos de la oleorresina
  - Son aquellos compuestos o principios activos que se encuentran en la planta y que pueden ser detectados como una huella digital por medio de una cromatografía.
- d) Parámetros microbiológicos
  - Determinaciones específicas practicadas a cada alimento, tales como, microorganismos indicadores, microorganismos patógenos, u otros que causen infección y enfermedad. (RTCA 04.50:08, 2008)
- e) Nivel de aceptación por medio de prueba hedónica
  - Se realiza en base al grado de satisfacción que tiene el panelista sobre un producto, al presentársele una escala hedónica o de satisfacción, la escala va desde me gusta muchísimo hasta me disgusta muchísimo (UNAD, 2005).

## 2.4.2 Definiciones operacionales

### VARIABLES INDEPENDIENTES

- a) Secciones de la planta utilizada para la extracción de oleorresina (corteza y hojas)
  - Son las dos secciones de la planta que contienen compuestos activos. Se utiliza el método Soxhlet para extraer la oleorresina previamente pesada (g) y la cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS para determinar los compuestos activos existentes en ambas secciones.

- b) Saborizante utilizado en la elaboración de la galleta a base de harina de arroz: oleorresina de corteza y oleorresina de hojas de canela y condiciones fijas de extracción (temperatura y presión).
- Para lograr la extracción de la oleorresina y permitir su aplicación como saborizante, se usa el método de destilación simple para separar los dos diferentes componentes líquidos de la mezcla obtenida en la extracción. Midiendo la cantidad de oleorresina extraída por medio del peso (g).

#### VARIABLES DEPENDIENTES

- a) Porcentaje de rendimiento obtenido en la extracción de oleorresina de canela
  - Porcentaje de oleorresina obtenida a partir de la extracción por medio del método Soxhlet para la corteza y hojas del árbol de canela usando una medida fija de materia prima vegetal, temperatura y tiempo de extracción. El cual se determina por medio del peso (g) de la materia prima vegetal y el extracto.
- b) Propiedades físicas de la oleorresina
  - Análisis físicos realizados los cuales son la densidad, la solubilidad y el índice de refracción para la oleorresina proveniente de la corteza y hojas del árbol de canela. Los cuales se miden en g/ml y g/100ml respectivamente.
- c) Componentes químicos activos de la oleorresina
  - Son aquellos compuestos o principios activos que se encuentran en la planta y que se detectan por medio de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS. Y se detectan por medio del área (%) que es el porcentaje que cada componente representa en la muestra.
- d) Parámetros microbiológicos
  - Conjunto de análisis microbiológicos realizados como Recuento aeróbico total, recuento de coliformes totales, recuento de coliformes fecales, recuento de mohos y levaduras y el aislamiento e identificación de *Escherichia coli*. Se cuantifican por medio de UFC/g (Unidades formadoras de colonia por gramo) y NMP/g (Número más probable por gramo).

- e) Nivel de aceptación por medio de prueba hedónica
  - Evaluación sensorial por medio de una prueba hedónica con una escala de 9 puntos. Realizada a panelistas para determinar el grado de aceptación de las dos oleorresinas aplicadas como saborizantes en galletas a base de harina de arroz. Los atributos evaluados fueron color, olor, sabor, textura y dureza.

## 2.5 Alcance y límites

### 2.5.1 Alcance

El estudio se centró en la determinación del rendimiento de la extracción de oleorresina por medio del método soxhlet usando como materia prima vegetal, la corteza y las hojas del árbol de canela.

El estudio abarca una investigación sobre antecedentes acerca de la frecuencia de consumo de canela a nivel nacional y la aplicación de este producto en la industria de alimentos, estudios de laboratorio fisicoquímicos, microbiológicos y un análisis sensorial de la oleorresina aplicada como un saborizante en una galleta a base de harina de arroz.

Entre los estudios físicos realizados se encuentran la densidad, solubilidad e índice de refracción. La realización de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS para determinar los principios activos presentes en la oleorresina. El análisis microbiológico que consta de un recuento aeróbico total, recuento de coliformes totales, recuento de coliformes fecales, recuento de mohos y levaduras y el aislamiento e identificación de *Escherichia coli*. El análisis sensorial por medio de una prueba hedónica con una escala de 9 puntos para determinar la aceptación de las oleorresinas provenientes de la corteza y hojas del árbol de canela como saborizantes aplicados en una galleta a base de harina de arroz. Y por último determinar la viabilidad de obtener un margen de utilidad partiendo de los costos directos de extracción de las oleorresinas.

### 2.5.2 Límites

Para la extracción de oleorresina de canela solamente se utilizó un método de extracción conocido como soxhlet, por ser un método convencional y de instrumentación simple. La materia prima vegetal se sustrajo solamente del departamento de Chimaltenango ya que era el lugar con mayor disponibilidad y proximidad a los laboratorios de la Universidad para realizar la experimentación. Para la caracterización de la oleorresina de canela no se evaluaron todas las propiedades de la oleorresina de canela sino únicamente las más representativas como la densidad, solubilidad e índice de refracción.



La receta utilizada para la elaboración de galletas a base de harina de arroz fue seleccionada aleatoriamente, optando por agregar ingredientes diferentes y no tradicionales por lo que tampoco se tiene en cuenta el aporte nutricional. La receta utilizada fue solamente una muestra de referencia, y se recomienda realizar posteriores verificaciones con otros alimentos.

Para el análisis sensorial se consideró un grupo de 50 jueces no entrenados (estudiantes) de la Universidad del Valle de Guatemala únicamente por la disponibilidad de poder realizar con este grupo la prueba hedónica. Por lo que no se incluye un análisis de segmentación o un estudio de mercado (análisis de la demanda u oferta). Por medio de esta prueba se busca determinar la aceptabilidad de la oleorresina de canela extraída de la hoja y de la corteza del árbol de canela aplicada a una galleta a base de harina de arroz más no su comparación directa con otras galletas o saborizantes. Ya que el trabajo de investigación no se enfoca en determinar la población objetivo o posibles consumidores sino solamente su extracción, determinación de un posible margen de utilidad en la producción y la aplicación de la oleorresina en un alimento.

Los costos reflejados en la parte de anexos son sólo costos directos relacionados a la extracción de las oleorresinas, no se tomaron en cuenta los costos indirectos ya que el objetivo del proyecto es solamente determinar la posibilidad de obtener un margen de utilidad mediante la extracción de las oleorresinas.

## **2.6 Aporte**

A las industrias alimentarias de panificación para tener como un posible saborizante la oleorresina obtenida de la corteza y hojas del árbol de canela.

A las industrias de alimentos proporciona información para desarrollar nuevos productos que puedan contener oleorresina de canela y un procedimiento que permita la obtención de oleorresina por medio de un solvente usado en la industria alimentaria y sin adición de colorantes o conservantes que puedan poner en riesgo la salud de las personas.

A las personas que se dedican al cultivo y venta de canela proporcionar información sobre el uso de la corteza y las hojas de la canela para la obtención de oleorresinas y la posible obtención de un margen de utilidad en la producción de las oleorresinas de canela.

A la Universidad Rafael Landívar un aporte acerca del tema y a catedráticos y estudiantes a enriquecer su conocimiento acerca de este tipo de oleorresina, así como la metodología utilizada para futuras mejoras e investigaciones en este campo de los saborizantes a partir de materia prima vegetal.

### 3. Método

#### 3.1 Sujetos y unidades de análisis

Para la realización de la investigación se recolectó información de diversas fuentes, a continuación, se describen.

##### 3.1.1 Sujetos

- Personas que tienen experiencia en el campo de estudio: Licda. Ana Luisa Mendizábal (Investigador Laboratorio de Instrumentación Química Analítica, Centro de Ingeniería, Bioquímica, Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala).
- Licda. Ana Rodas García (Química Bióloga y Jefa del Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM).
- Panel sensorial para fines del trabajo de tesis, llevado a cabo en la Universidad del Valle de Guatemala formado por jueces no entrenados con edades entre los 18 a 25 años de edad. Personas que no poseen una habilidad especial en la cata de alimentos pero que se eligieron bajo el criterio de disponibilidad para realizar dicha prueba.

##### 3.1.2 Unidades de análisis

- Hojas y corteza del árbol de canela siendo las materias primas prioritarias para realizar la extracción de la oleorresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum Blume*).
- Oleorresina de la corteza y oleorresina de las hojas del árbol de canela siendo el producto final obtenido al cual se le practicaron análisis físicoquímicos.
- Metodologías nacionales usadas como guía para el diseño del método de extracción de la oleorresina de canela.
  - Extracción y caracterización físicoquímica de la oleorresina de la hoja de laurel (*Litsea guatemalensis Mez.*) a nivel laboratorio, utilizando tres concentraciones de solvente. (López, 2009)
  - Evaluación del porcentaje de rendimiento y caracterización físicoquímica 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. (De la Cruz, 2011)

- Dosis común de aplicación de saborizantes, cantidad de referencia para la aplicación de la oleorresina de canela en una galleta a base de harina de arroz.
- Cromatogramas (Software Agilent ChemStation) de los cuales se obtuvieron los valores de área y tiempo de retención para identificar y cuantificar los compuestos activos en las muestras de oleorresina analizadas.
- Reporte de resultados de cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas, realizado en el laboratorio de Instrumentación de Química Avanzada, Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.
- Análisis microbiológico realizado en el Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Reglamento Técnico Centroamericano, alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos.
- Manual de Análisis Bacteriológico de la FDA (BAM) presenta los procedimientos de laboratorio preferidos de la agencia para análisis microbiológicos de alimentos y cosméticos.

### **3.2 Instrumentos**

#### 3.2.1 Equipo para la preparación de la materia prima vegetal para extracción.

- Balanza: equipo usado para determinar el peso de las hojas y corteza del árbol de canela.

El modelo utilizado fue la Balanza de Triple Brazo OHAUS serie 700. Capacidad de 610g a 2,610g, una sensibilidad de 0.1g e incerteza de 0.05g. Con una calibración frontal 10 x 0.1, calibración secundaria 100 x 10 y calibración trasera 100 x 10.

- Procesador de alimentos: usado para triturar las hojas del árbol de canela.

Multiprocesador de Alimentos OSTER, modelo 3220 con capacidad para 2.4 litros. Motor potente de 600 watts y disco en acero inoxidable para rebanar y rallar.

- Tamizador mecánico: usado para realizar la granulometría de hojas y corteza.

Aplica para pruebas con tamices de 8 pulgadas de diámetro para pruebas de tamaño de partícula consistentes y repetibles. Tolerancia de 0.1 segundo, oscilaciones por minuto:  $278 \pm 10$ , oscilaciones desplazamiento: 1-1/8" x 7/6" y golpes por minuto:  $150 \pm 10$ .

- Molino manual: utilizado para triturar la corteza del árbol de canela.

Con discos de molienda en fierro aleado de alta resistencia al desgaste y recubrimiento de estaño para garantizar la higiene del alimento procesado.

### 3.2.2 Equipo para la extracción de oleorresina y su análisis fisicoquímico.

- Plancha de calentamiento: para aumentar la temperatura en el proceso de extracción de la oleorresina.

Modelo HP194515 Thermo Scientific Cimarec Basic, alcanza la temperatura máxima en menos de 8 minutos. Reduce la probabilidad de rotura de la placa, con un rango de temperatura de 150°C a 538°C.

- Refractómetro: usado en la determinación del índice de refracción de las oleorresinas.

Refractómetro Abbe 3L AKA Bausch y Lomb, modelo 10450. Precisión  $\pm 0.0001$  para índices de refracción de 1.30 a 1.71 a  $\pm 0.05\%$  en la escala de 0 a 85% de sólidos totales. Rango (índice de refracción): 1.300 a 1.710.

- Cromatógrafo líquido de alta resolución: usado para realizar la cromatografía de las oleorresinas de las hojas y corteza del árbol de canela.

Agilent 1100 Series Hp, con detector UV-Visible, Bomba Isocrática, Columna Zorvax Eclipse Plus C18, 3x150mm de 3.5-micrones. Con un sistema de cómputo Hp Compac, L1506. Software ChemStation (1999-2003).

- Analizador de humedad: usada para determinar la humedad presente en las hojas del árbol de canela utilizadas para la extracción de la oleorresina.

Analizador de humedad MB45 de Ohaus, capacidad de 45g y una sensibilidad de 0.001. Repetibilidad 0.05% y 0.015%. Rango de humedad de 0.01% a 100% y de temperatura de 50 a 200°C en incremento de 1°C.

### 3.2.3 Equipo para elaboración de galletas a base de harina de arroz.

- Batidora de mano: en la elaboración de galletas a base de harina de arroz para lograr la consistencia deseada de la mezcla de los ingredientes.

Batidora de mano y pedestal de 6 velocidades modelo 2610. Motor con potencia de 250 watts y tazón de plástico giratorio de 2.5 litros de capacidad.

- Horno: usado en la elaboración de galletas a base de harina de arroz para hornear las galletas y proporcionarle la textura adecuada.

Modelo HEA-5 con un voltaje de 380 voltios, de acero inoxidable con una temperatura ajustable hasta 300°C. Los productos se cocinan al horno por medio de calor uniforme y con un termostato seguro.

- Deshidratador de bandejas: para disminuir la humedad de las hojas del árbol de la canela.

Modelo SD-P9000-B con una potencia de 650W con dos ventiladores que permiten el ahorro energético. Selector digital de 30° a 68°C y temporizador de hasta 150 horas. Con capacidad para 9 bandejas y 9 rejillas.

#### 3.2.4 Instrumentos utilizados en la metodología

- Balón de fondo plano, cuello esmerilado vidrio SCHOTT DURAN, con boca central NS29/32, mínima dilatación térmica y capacidad de 500 ml. Balón de fondo redondo, mediano con esmerilado normalizado, en ISO 4797 vidrio SCHOTT DURAN y capacidad de 250 ml.
- Beakers ValueWare de 600ml, graduado de vidrio de borosilicato, probeta de  $10 \pm 0.2$  ml, bureta graduada, clase A, franja y llave PTFE de vidrio SCHOTT DURAN con capacidad de  $50 \pm 0.05$  ml.
- Matraz Erlenmeyer boca estrecha, con borde, vidrio SCHOTT DURAN con capacidad de 50ml cuello estrecho ISO 1773, Matraz kitasato de 500 ml, vidrio SCHOTT DURAN con oliva de vidrio resistente al vacío ISO 6556. Embudo filtrante de plástico como soporte para el papel filtrante. Utilizados para determinar la solubilidad de las oleorresinas y poder filtrar al vacío.
- Viales de color ámbar de 20ml y pipetas de plástico de  $1 \pm 0.01$ ml para almacenar las muestras de oleorresinas y medir volúmenes para la medición del índice de refracción.

#### 3.2.5 Reactivos utilizados en la metodología

- Alcohol etílico grado alimenticio, agua desmineralizada, hexano grado industrial.

#### 3.2.6 Otros materiales utilizados en la metodología.

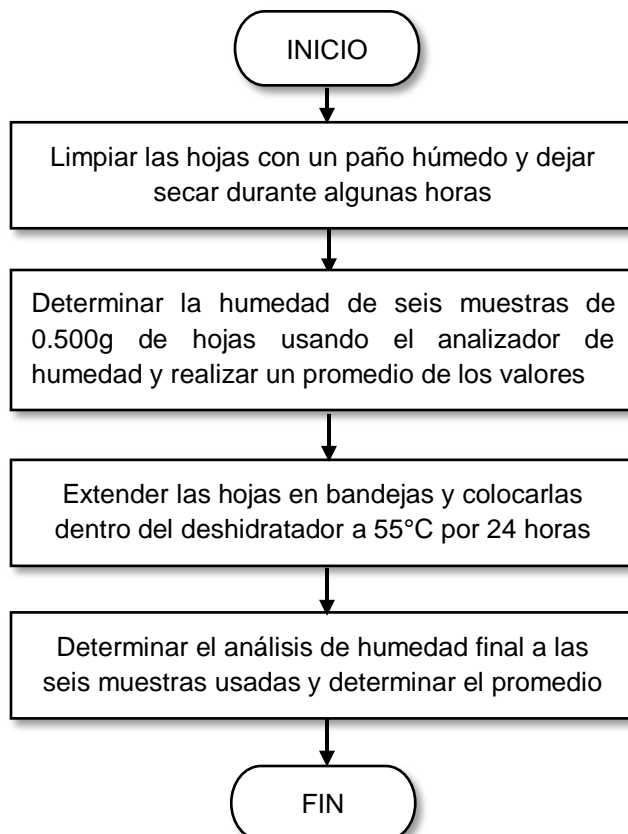
- Jeringa para HPLC, de 50  $\mu$ L, papel filtrante, soporte, pinzas para bureta, moldes para galletas, mangueras de plástico, masking tape, calculadora y computadora.

### 3.3 Procedimientos

#### 3.3.1 Secado de hojas del árbol de canela

1. Limpiar las hojas con un paño húmedo para remover la suciedad o partículas de polvo.
2. Secar las hojas a temperatura ambiente durante unas horas antes de iniciar con el secado en el deshidratador.
3. Colocar sobre los platillos del analizador de humedad una muestra de 0.500g de hojas limpias y determinar la humedad inicial.
4. Repetir el análisis de humedad con seis muestras y determinar el promedio de humedad inicial de las muestras.
5. Extender las hojas en bandejas en una sola capa. Y colocar las bandejas en el deshidratador a una temperatura de 55°C durante 24 horas.
6. Determinar el análisis de humedad final a las seis muestras usadas con anterioridad y determinar el promedio de humedad final de las muestras.

Diagrama 1. Flujo de secado de hojas del árbol de canela.



Fuente: Elaboración propia (2017)

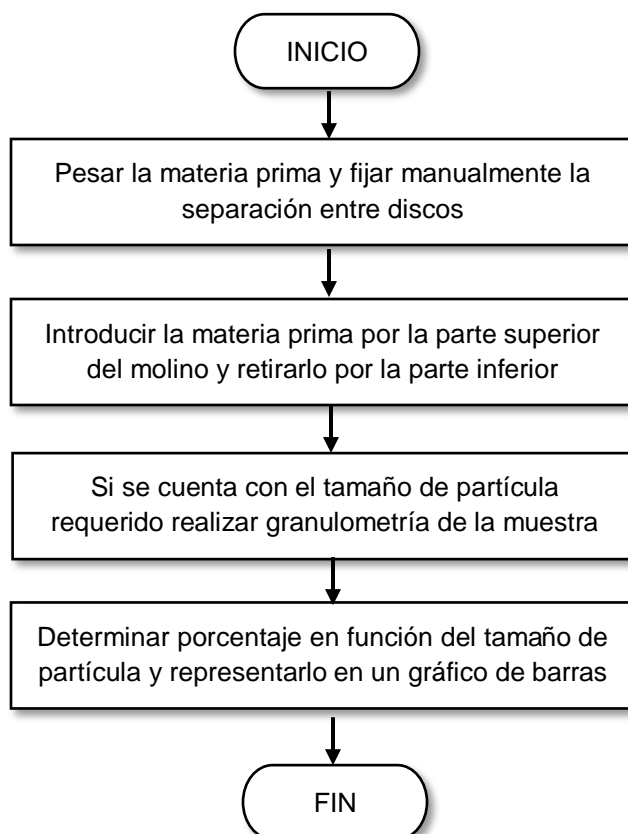
### 3.3.2 Molienda de materia prima

Debido a las propiedades de cada sección de la planta, se utilizaron dos equipos, para la corteza, un molino de granos de tornillo sin fin, y para las hojas, un procesador.

#### Molienda de corteza

1. Fijar manualmente la separación entre los discos y pesar la materia prima inicial.
2. Introducir la materia prima por la parte superior del molino, realizar la molienda manual y retirar por la parte inferior. Seguir moliendo las veces necesarias hasta obtener el tamaño de partícula adecuado.
3. Realizar una clasificación granulométrica agregando la muestra en la tamizadora mecánica. Colocando en orden descendente los tamices con los números 80, 16, 10, 8, 4 y 2. Poner en funcionamiento la tamizadora por 10 minutos, pesar cada tamiz y obtener un porcentaje de retención con respecto a la masa de la materia prima inicial.
4. Realizar un gráfico de barras donde se presenta el porcentaje en función del tamaño de partícula.

Diagrama 2. Flujo de molienda de corteza.

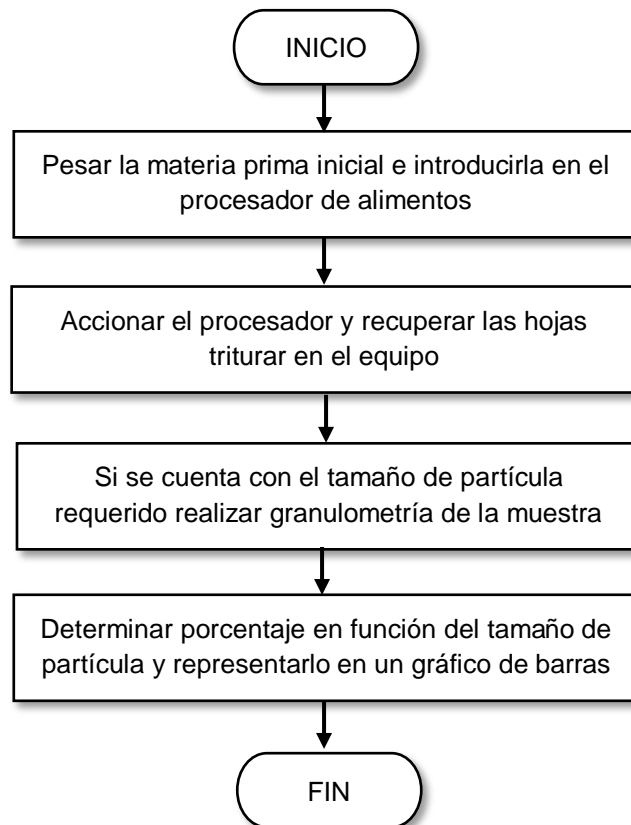


Fuente: Elaboración propia (2017)

## Molienda de hojas

1. Pesar la materia prima inicial.
2. Introducir las hojas en el procesador de alimentos y accionarlo.
3. Apagar el procesador de alimentos y recuperar las hojas.
4. Seguir procesando la materia prima las veces necesarias hasta obtener el tamaño de partícula adecuado.
5. Realizar una clasificación granulométrica agregando la muestra en la tamizadora mecánica. Colocando en orden descendente los tamices con los números 80, 16, 10, 8, 4 y 2. Poner en funcionamiento la tamizadora por 10 minutos, pesar cada tamiz y obtener un porcentaje con respecto a la masa de la materia prima inicial.
6. Realizar un gráfico de barras donde se presenta el porcentaje de retención en función del tamaño de partícula.

Diagrama 3. Flujo de molienda de hojas



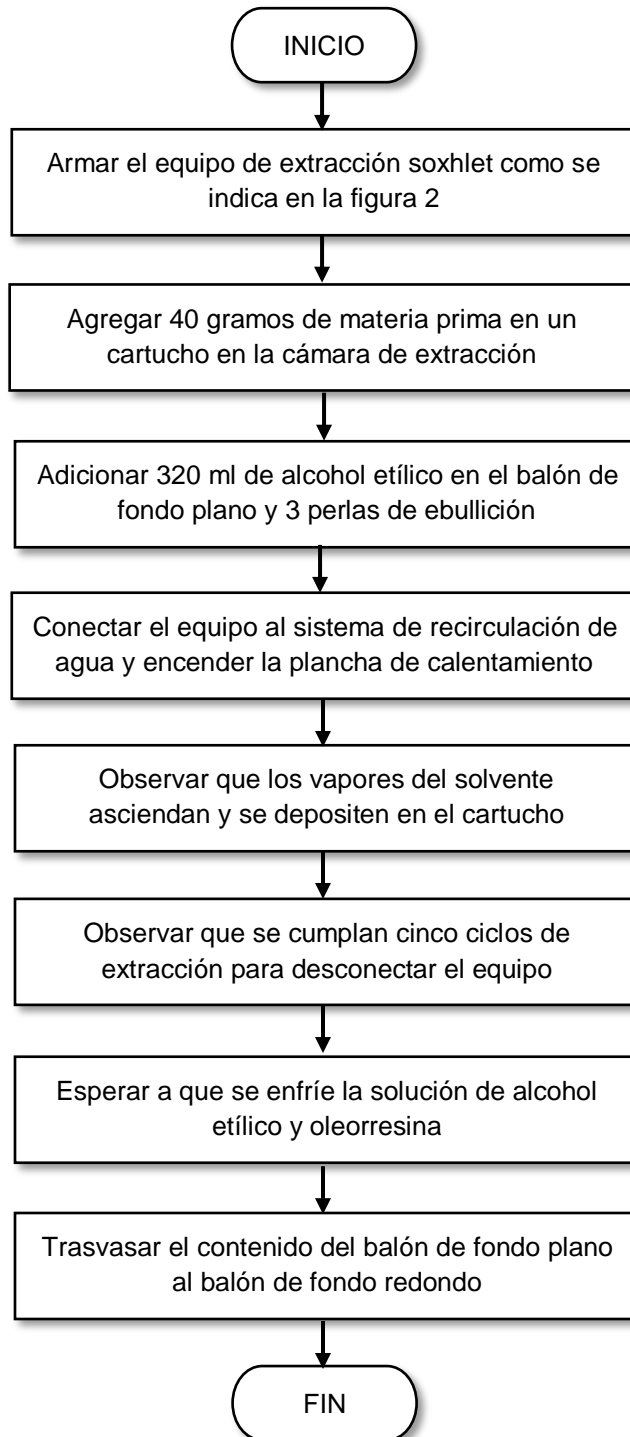
Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)



### 3.3.3 Lixiviación de oleorresina por el método Soxhlet.

1. Armar el equipo como se observa en la figura 2, en la sección de marco teórico.
2. Colocar en el papel filtrante en forma de cartucho, 40 gramos de canela (corteza u hojas) retenidos en el tamiz No.16 y 80.
3. Introducir el cartucho conteniendo la canela en la cámara de extracción.
4. Agregar desde la cámara de extracción hasta el balón de fondo plano, 320 ml de alcohol etílico grado alimenticio haciendo uso del equipo de protección durante la manipulación y agregar en el balón tres perlas de ebullición.
5. Conectar el equipo a un sistema de recirculación de agua fría.
6. Encender la plancha de calentamiento hasta el punto de ebullición del solvente.
7. Observar que los vapores del alcohol etílico lleguen al tubo refrigerante, que el solvente se condense y se deposite en el papel filtro con la materia prima en la cámara de extracción.
8. Esperar a que se llene la cámara de extracción y que la solución se deposite en el balón por medio del sifón hasta lograr cumplir cinco ciclos de extracción.
9. Desconectar la plancha de calentamiento, anotar el tiempo de extracción y esperar a que se enfríe la solución de alcohol etílico y oleorresina.
10. Trasvasar el contenido del balón de fondo plano al balón de fondo redondo.

Diagrama 4. Lixiviación de oleorresina por el método soxhlet

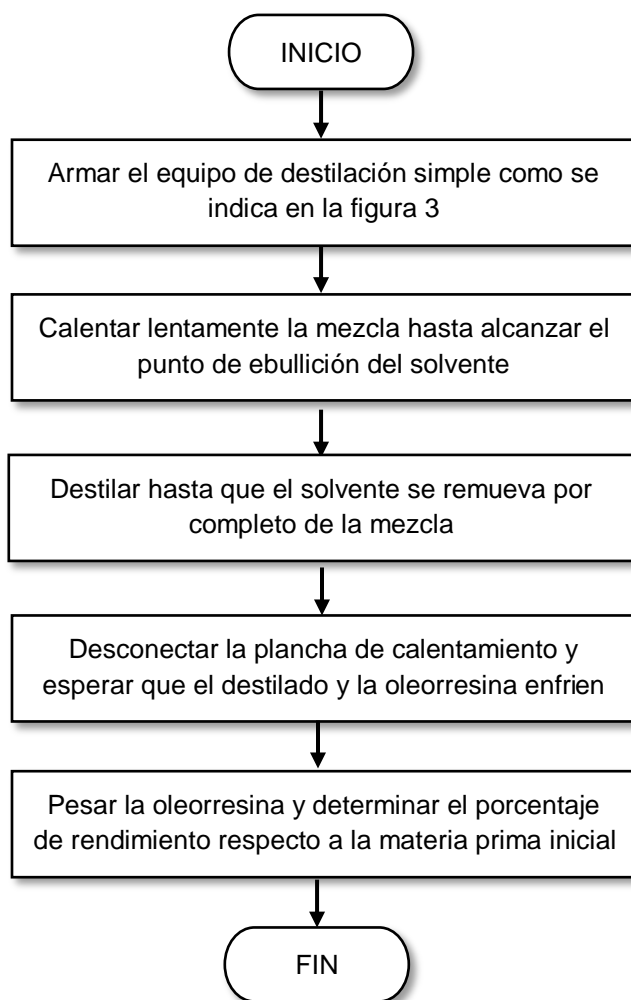


Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.4 Destilación simple de la oleorresina

1. Armar el equipo de destilación simple como se indica en la figura 3 que aparece en el marco teórico.
2. Calentar lentamente la mezcla hasta alcanzar la temperatura del líquido con el punto de ebullición más bajo (alcohol etílico grado alimenticio) el cual se convertirá en vapor para luego condensarse por medio del tubo refrigerante.
3. Destilar hasta que el solvente se remueva por completo de la mezcla.
4. Desconectar la plancha de calentamiento y esperar a que se enfríe el destilado y la oleorresina.
5. Pesarse la oleorresina y determinar el porcentaje de rendimiento con respecto a la masa de materia prima inicial.

Diagrama 5. Destilación simple de la oleorresina

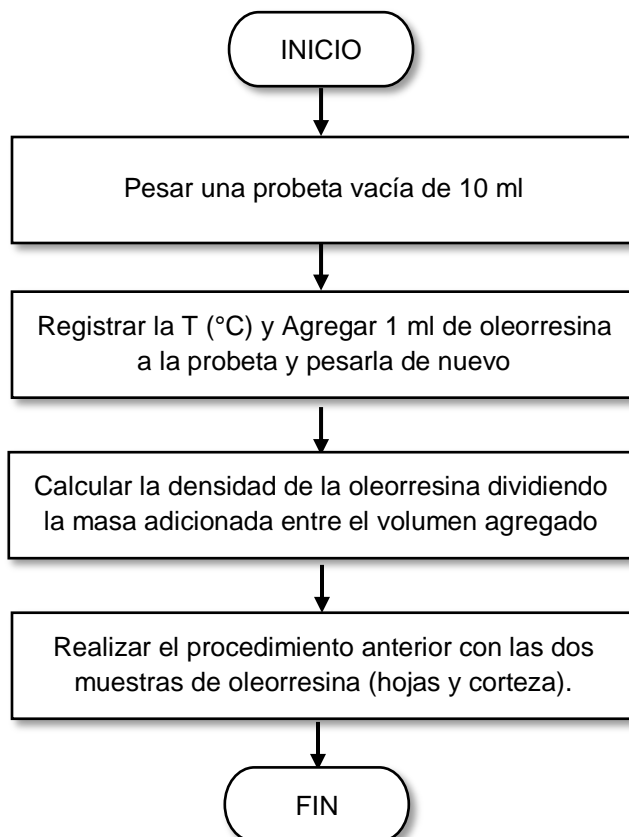


Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)

### 3.3.5 Determinación de la densidad de la oleorresina

1. Pesar una probeta vacía de 10 ml
2. Registrar la temperatura a la que se realiza la medición.
3. Agregar 1 ml de oleorresina a la probeta y pesarla de nuevo.
4. Calcular la densidad de la oleorresina dividiendo la masa adicionada en la probeta entre el volumen agregado.

Diagrama No.6 Determinación de la densidad de la oleorresina.

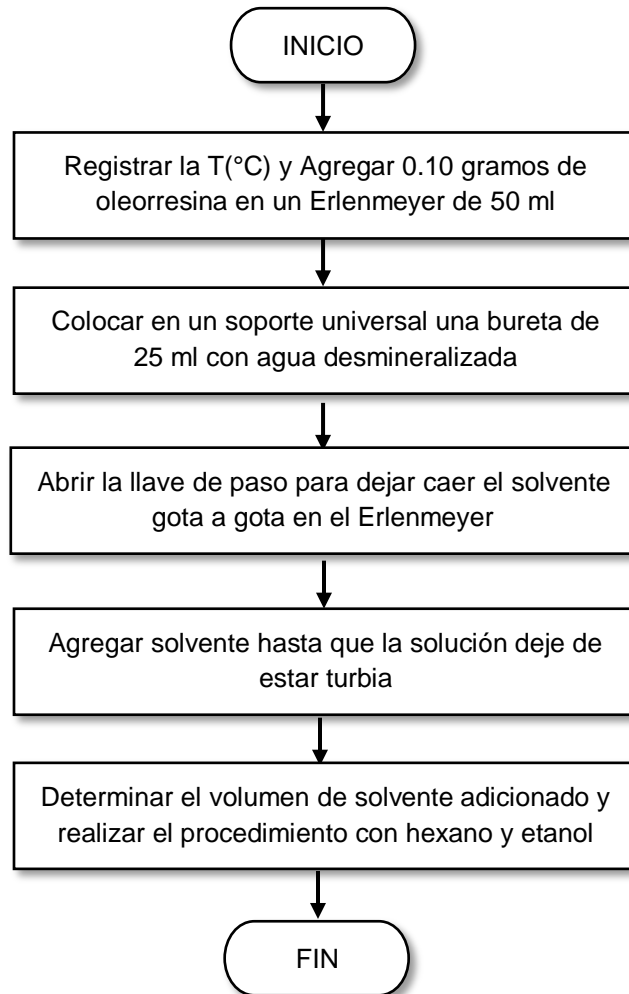


Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.6 Determinación de la solubilidad de la oleorresina

1. Registrar la temperatura a la que se realiza la medición.
2. Agregar 0.10 gramos de oleorresina en un Erlenmeyer de 50 ml.
3. Colocar en un soporte universal sujetándola con pinzas una bureta de 25 ml con agua desmineralizada.
4. Abrir la llave de paso de la bureta para dejar caer el solvente gota a gota en el Erlenmeyer hasta que la solución deje de estar turbia.
5. Determinar el volumen de solvente adicionado.
6. Realizar este procedimiento con hexano y alcohol etílico grado alimenticio.
7. Realizar el procedimiento anterior con las dos muestras de oleorresina.

Diagrama 7. Determinación de la solubilidad de la oleorresina.

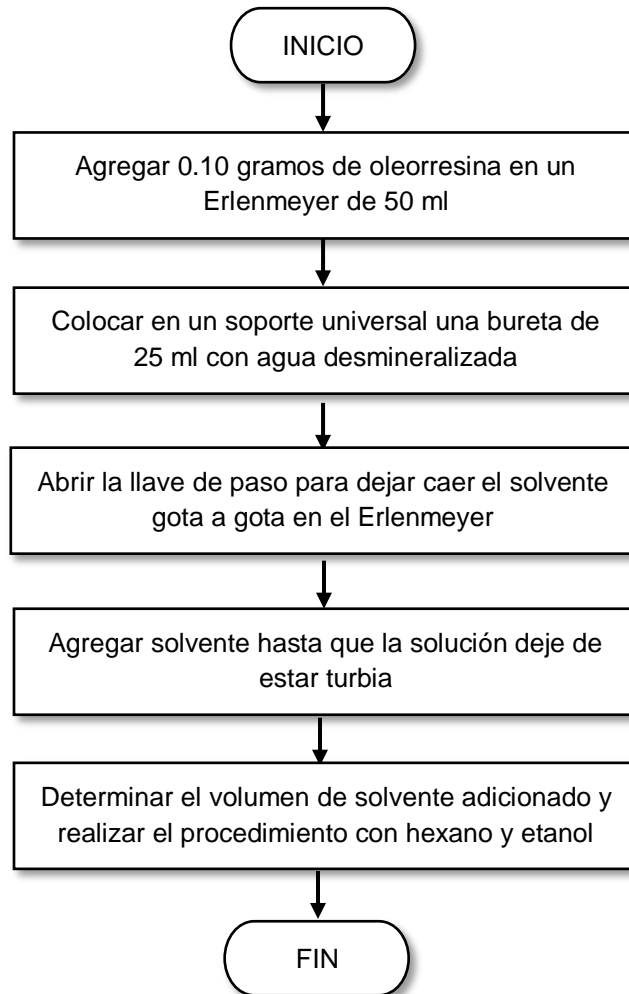


Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.7 Determinación del índice de refracción de la oleorresina

1. Limpiar el prisma del refractómetro con etanol al 95%.
2. Agregar dos gotas de la oleorresina al prisma por medio de una micro pipeta.
3. Encender la lámpara usando el interruptor localizado en el lado izquierdo del refractómetro.
4. Observar por el ocular, girando la perilla de compensación de color hasta que se observe la mitad superior clara y la inferior oscura.
5. Apagar la luz usando el interruptor en el lazo izquierdo del refractómetro y realizar la lectura del índice de refracción en la escala superior.
6. Registrar la temperatura a la que se realiza la medición.
7. Realizar el procedimiento anterior para cada muestra de oleorresina (hojas y corteza).

Diagrama 8. Determinación del índice de refracción de la oleorresina.

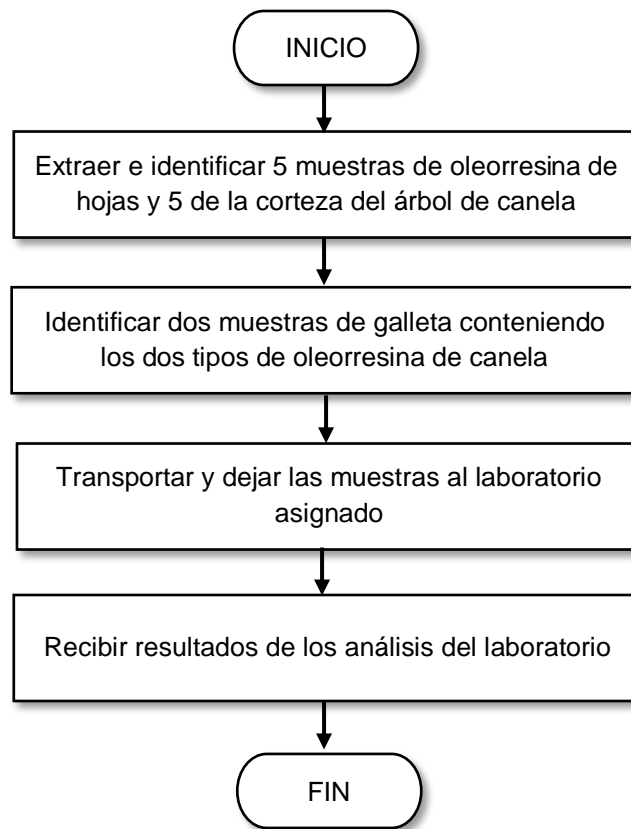


Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.8 Análisis de las muestras de oleorresina por cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS y el análisis microbiológico de las galletas a base de harina de arroz.

1. Extraer e identificar las 10 muestras de oleorresina, 5 de la corteza y 5 de las hojas del árbol de canela y colocarlos en frascos de color ámbar.
2. Identificar las dos muestras de galleta, una conteniendo oleorresina de las hojas del árbol de canela y la otra conteniendo oleorresina de la corteza del árbol de canela y empacarlas al vacío para prevenir cualquier contaminación microbiana.
3. Transportar las muestras al laboratorio asignado en la misma semana en la que se finaliza la experimentación.
4. Dejar muestras en el laboratorio
5. Recibir resultados de los análisis del laboratorio.

Diagrama 9. Análisis de las muestras de oleorresina por GC-MS y análisis microbiológico de las galletas a base de harina de arroz.



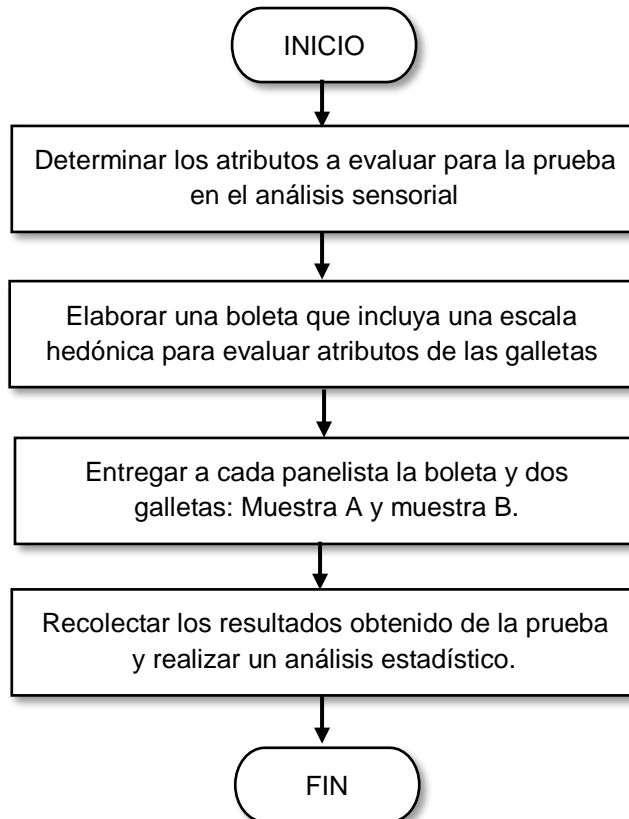
Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.9 Análisis sensorial de las oleorresinas de canela aplicadas como saborizantes en galletas a base de harina de arroz.

1. Determinar los atributos o características a evaluar en las galletas a base de harina de arroz que contienen oleorresina extraída de la corteza y de las hojas del árbol de canela.
2. Elaborar una boleta que incluya una escala hedónica para evaluar los atributos de las galletas y que están relacionados directamente con las características que confieren la aplicación de oleorresinas. La boleta utilizada se muestra en el anexo E de este proyecto de investigación.
3. Entregar a cada panelista dos muestras de las galletas, la primera conteniendo oleorresina de la corteza del árbol de canela (Muestra A) y la segunda; oleorresina de las hojas del árbol de canela (Muestra B).
4. Proporcionar una boleta a cada panelista (50 panelistas) a evaluar, para que califiquen las muestra en una escala hedónica de 9 puntos.

5. Recolectar las puntuaciones que reciba cada característica de la galleta y realizar un análisis estadístico para determinar si existe una diferencia significativa entre las dos muestras.

Diagrama 10. Análisis sensorial de las galletas a base de harina de arroz con aplicación de oleorresina de canela como saborizante alternativo.



Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.10 Elaboración de galletas gluten free de canela con chispas de chocolate.

A continuación, se indica la materia prima utilizada en la elaboración de las galletas y el procedimiento en el que se aplica la oleorresina de canela como un saborizante.

1. Pesar cada uno de los ingredientes indicados en la tabla 7.
2. Encender el horno a una temperatura de 180°C para su precalentamiento.
3. Batir la mantequilla sin sal hasta lograr cremosidad y cuando se observe alcanzar una aireación adecuada adicionar el azúcar morena.
4. Continuar con el proceso de batido y adicionar los ingredientes húmedos (los huevos).



5. Mezclar los ingredientes secos (Harina de arroz, maicena, sal, goma xantana, polvo para hornear) en un recipiente aparte y después añadirlos a la batidora. Seguir batiendo hasta alcanzar una mezcla homogénea. Luego agregar la oleoresina de canela dependiendo de la muestra a utilizar (hojas o corteza) y por último las chispas de chocolate.
6. Colocar papel mantequilla en bandejas de metal y darle forma a la masa haciendo bolitas de aproximadamente 1 onza.
7. Colocar las bolitas en las bandejas e introducir las bandejas en la refrigeradora por 30 minutos.
8. Retirar las bandejas de la refrigeradora e introducirla en el horno a una temperatura de 190°C y hornear durante 12 a 15 minutos.
9. Dejar enfriar las galletas y almacenarlas en recipientes limpios o empacar al vacío.

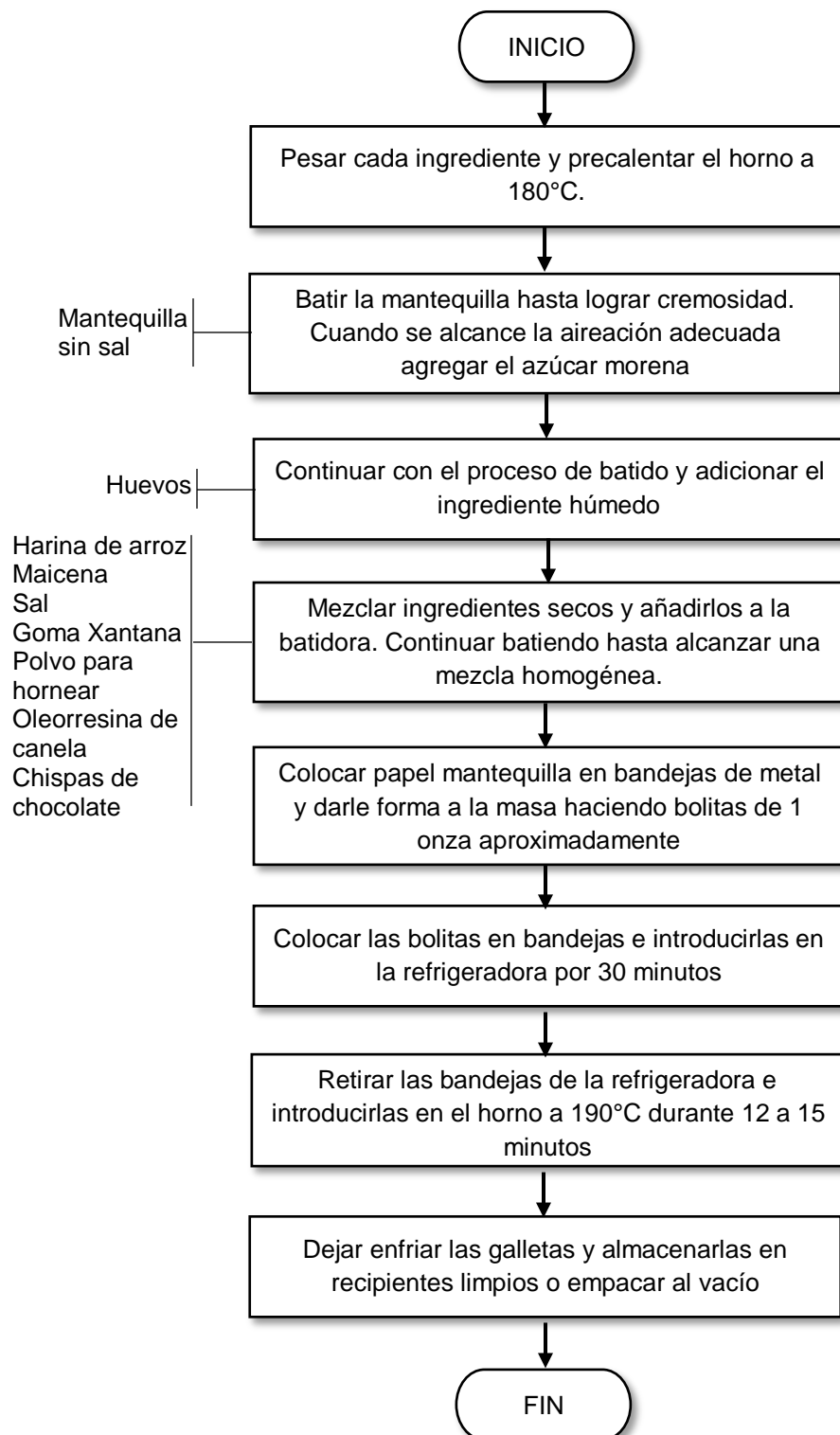
- Materia Prima

Tabla 2. Materia prima utilizada en la elaboración de galletas a base de harina de arroz.

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Chispas de Chocolate	240
Harina de Arroz libre de gluten	400
Azúcar Morena	328
Mantequilla S/Sal	227
Huevos	172
Maicena	24
Sal	1
Polvo para Hornear	6
Goma Xantana	2
Oleoresina de canela (hojas o corteza)	1.39
BHA	0.03413
BHT	0.0085

Fuente: Elaboración propia (2017)

Diagrama 11. Elaboración de galletas a base de harina de arroz con aplicación de la oleorresina de canela.

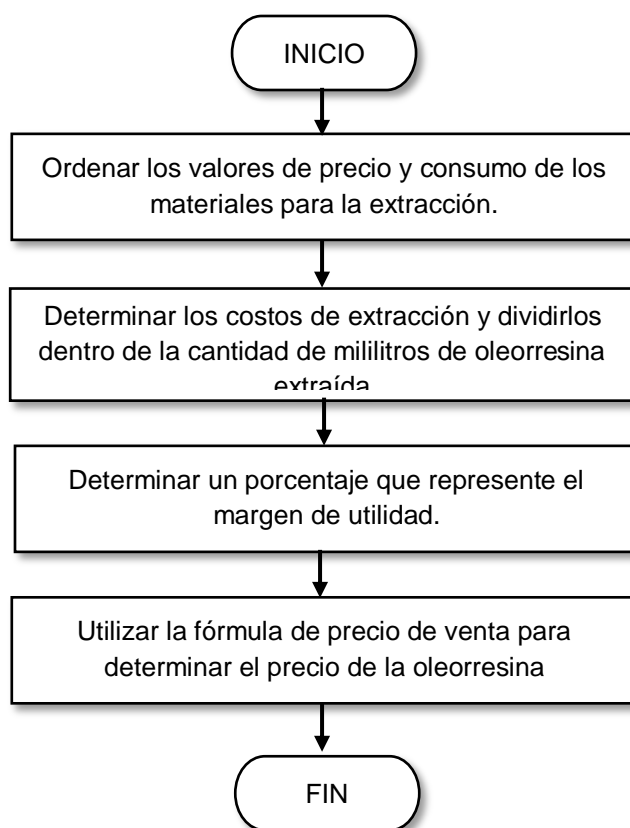


Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.3.11 Determinación del precio de venta

1. Ordenar los valores de precio y consumo de la materia prima vegetal y de los materiales utilizados para la extracción.
2. Determinar el costo por unidad de la materia prima vegetal y de los materiales utilizados.
3. Determinar el costo por la materia prima vegetal y los materiales utilizados para la extracción de la oleoresina.
4. Sumar el valor de los costos del paso anterior y dividirlos dentro de la cantidad de mililitros de oleoresina extraída para determinar el costo por mililitro.
5. Determinar un porcentaje que represente al margen de utilidad a utilizar (para este proyecto el valor fijado es del 20%).
6. Utilizar la fórmula para determinar el precio de venta, (fórmula en la sección 1.2.20) dividiendo el valor de los costos de oleoresina por los mililitros de venta dentro de 1 menos el margen de utilidad.

Diagrama 11. Determinación del precio de venta.



Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.4 Diseño y metodología estadística

#### 3.4.1 Diseño Experimental

Tabla 3. Experimentos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación.

<b>No. Experimento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>
Experimento 1 Determinación de la humedad final	Determinación de la humedad final de las hojas del árbol de canela para conseguir una mejor lixiviación de los componentes.	Pesaje de la hoja, determinación de la humedad final y evaluación visual de las hojas deshidratadas.	6 evaluaciones de la humedad final de las hojas deshidratadas a temperatura 55°C durante 24 horas.
Experimento 2 Tamizado	Se realizó la separación de la mezcla de hojas y de corteza de diferentes tamaños por medio de un tamizador.	Tamizado de las hojas del árbol de canela y de la corteza que se hicieron pasar por 7 mallas de diferente tamaño.	4 corridas en las que se tamizó la cantidad total de hojas y 4 corridas para la corteza de canela pasándolas por los tamices No. 80, 16, 10, 8, 4 y 2, durante 10 minutos.
Experimento 3 Lixiviación	Se realizó la extracción de la oleorresina (contiene aceites esenciales, colorantes y principios activos de la planta.	Extracción de la oleorresina de las hojas y de la corteza del árbol de canela por el método soxhlet y su concentración por destilación simple.	5 corridas en las que se extrajo la oleorresina de las hojas y 5 corridas para la oleorresina de la corteza del árbol de canela a la temperatura del punto de ebullición del alcohol etílico.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 3. Experimentos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación.

<p>Experimento 4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos</p>	<p>Se realizó una caracterización de la oleorresina por medio de análisis fisicoquímicos. Se realizó un análisis microbiológico.</p>	<p>Análisis de la densidad, solubilidad e índice de refracción de la oleorresina. Cromatografía de GC-MS y cultivo de microorganismos.</p>	<p>5 corridas por cada análisis fisicoquímico por cada tipo de oleorresina realizada a temperatura ambiente. Y una evaluación microbiológica para cada oleorresina.</p>
<p>Experimento 5 Análisis sensorial</p>	<p>Se evaluaron características organolépticas de la galleta a base de harina de arroz.</p>	<p>Se realizó una prueba hedónica de 9 puntos para 5 características organolépticas del producto.</p>	<p>50 evaluaciones sensoriales para los dos tipos de galletas al finalizar su elaboración.</p>

### 3.4.2 Descripción de las unidades experimentales

Cada experimento se realizó en base a una unidad de análisis la cual se describe a continuación según el orden de los experimentos realizados.

- Experimento 1: hojas y corteza del árbol de canela.
- Experimento 2: mezcla de partículas de diferentes tamaños de hojas y corteza del árbol de canela.
- Experimento 3: para la extracción de la oleorresina de hojas y corteza se utilizan partículas retenidas en los tamices No. 16 y 80
- Experimento 4: oleorresina obtenida de las dos secciones del árbol de canela. Muestras de los dos tipos de oleorresinas aplicadas como saborizantes en una galleta a base de harina de arroz.
- Experimento 5: galletas a base de harina de arroz usando como saborizante oleorresina obtenida de las hojas y de la corteza del árbol de canela.

### 3.4.3 Variable respuesta

Tabla 4. Experimentos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación y su variable respuesta.

Experimento	Variabes respuesta
Experimento 1 Determinación de la humedad final	% de humedad
Experimento 2 Tamizado	% de retención de partículas en tamices
Experimento 3 Lixiviación	% de rendimiento de extracción de oleorresina
Experimento 4 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos	Densidad, solubilidad, índice de refracción
	Tiempos de retención y área de los picos determinados por cromatograma. Activos presentes en la oleorresina.
	UFC/g, NMP/g ausencia en 25 gramos.
Experimento 5 Análisis sensorial	Especificaciones de los atributos sensoriales y análisis sensorial ANOVA.

Fuente: Elaboración propia (2017)

### 3.4.4 Metodología de análisis

- Experimento 1: media aritmética, se utilizó para determinar la humedad final media presente en el grupo de hojas que se utilizó para la extracción de la oleorresina y permitir la uniformidad en las propiedades de la materia prima vegetal al inicio del experimento 3.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Donde

$\bar{X}$  = media aritmética

$X_i$  = valores

$n$  = número de datos

- Experimento 2 y 3: porcentaje, se utilizó para determinar la cantidad de hojas y de corteza retenidas en los tamices respecto a la masa de la materia prima inicial. Y así obtener un gráfico para representar la granulometría de las hojas y de la

corteza del árbol de canela a utilizar en el experimento 3. Para el experimento 3, la fórmula se utilizó para determinar el porcentaje de rendimiento obtenido de la extracción de oleorresina de las hojas y de la corteza del árbol de canela.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\% = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde

$\%$  = *Porcentaje*

$n$  = *Muestra*

$N$  = *Población*

- Experimento 4: desviación estándar, se utilizó para determinar la dispersión de los datos de densidad que se obtuvieron de las 10 muestras de oleorresina.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde

$s$  = *Desviación Estándar*

$x$  = *Valores*

$\bar{x}$  = *Media*

$n$  = *Total de valores presentes*

- Experimento 5: ANOVA de un solo factor, utilizada para determinar la diferencia significativa en la evaluación sensorial realizada. Esto para determinar si existe una diferencia de cada característica o atributo evaluado respecto a los dos tipos de oleorresina de canela agregados a las galletas a base de harina de arroz. Fue necesario realizar esta prueba estadística para respaldar dicho argumento, por lo que se consideró conveniente utilizar el análisis de varianza debido al tipo de escala utilizada por grado de aceptación y a la cantidad de datos recolectados. También se utilizó en el experimento 3 y 4 para determinar si existe una diferencia significativa entre los porcentajes de rendimiento de extracción de oleorresina obtenida de las hojas y de la corteza del árbol de canela. Para la recopilación de los datos se empleó una evaluación sensorial de escala hedónica, la cual se presenta en el anexo X de este proyecto de investigación.

Para realizar este análisis es necesario realizar una serie de cálculos en los que intervienen varias fórmulas que a continuación se describen. Sin embargo, se utilizó el programa Excel como una herramienta que facilitara los cálculos en el proceso de elaboración del proyecto.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$sce = \sum \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{G^2}{N}$$

Donde

*sce* = Suma de cuadrados entre grupo

$T_i$  = Totales del grupo

$n_i$  = Número de sujetos de cada grupo

$G$  = Total general

$N$  = Número total de sujetos

$$sci = \sum X_{ij}^2 - \sum \frac{T_i^2}{n_i}$$

Donde

*sci* = suma de cuadrados intra grupos

$X_{ij}$  = cuadrado puntuación

$T_i$  = totales del grupo

$n_i$  = número de sujetos de cada grupo

$$SCT = sce + sci$$

Donde

*sce* = suma de cuadrados entre grupo

*sci* = suma de cuadrados intra grupo

$$CM_e = \frac{sce}{gl_e}$$

Donde

$CM_e$  = cuadrado medio entre grupo

*sce* = suma de cuadrados entre grupo

$gl_i$  = grados de libertad intra grupo



$$CMi = \frac{sci}{gl_i}$$

Donde

*CMi = cuadrado medio intra grupo*

*sci = suma de cuadrados intra grupo*

*gl<sub>i</sub> = grados de libertad intra grupo*

$$F = \frac{CMe}{CMi}$$

Donde

*F = estadístico F*

*CMe = cuadrado medio entre grupo*

*CMi = cuadrado medio intra grupo*

## 4. Presentación y análisis de resultados

### 4.1 Recolección y clasificación de información

A continuación, se presentan los datos obtenidos en la realización de este proyecto de investigación, el cual se compone de lo siguiente: Determinación de humedad final, granulometría, extracción de oleorresina de canela por el método sohxlet. Densidad y solubilidad de cada una de las muestras de oleorresina.

Tabla 5. Humedad final de las hojas del árbol de canela.

No. De Muestra	Peso de la muestra $\pm$ 0.001 (g)	Humedad inicial	Humedad final
1	0.503	52.5%	5.19%
2	0.502	53.9%	5.39%
3	0.509	55.7%	5.51%
4	0.503	49.8%	4.18%
5	0.506	50.2%	4.75%
6	0.502	52.2%	5.18%

Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)

Tabla 6. Tamizado de hojas del árbol de canela.

No. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz $\pm$ 0.05 (g)			
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4
2	20.6	22.7	21.9	28.5
4	16.3	16.4	18.9	16.3
8	18.9	20.6	14.5	19.4
10	64.5	64.6	67.4	64.3
16	73.2	70.6	77.2	72.4
80	76.3	76.2	87.8	80.4
Fondo	8.60	5.60	5.60	4.20
<b>Total (g)</b>	<b>279</b>	<b>277</b>	<b>293</b>	<b>286</b>

Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)

Tabla 7. Tamizado de corteza del árbol de canela.

No. de tamiz	Masa retenida en cada tamiz $\pm$ 0.05 (g)			
	Corrida 1	Corrida 2	Corrida 3	Corrida 4
2	22.3	17.4	20.8	23.7
4	11.3	12.5	16.8	16.3
8	15.7	16.7	15.9	16.8
10	61.0	74.8	72.7	70.8
16	62.5	73.2	72.7	70.5
80	62	63.9	64.3	66.1
Fondo	10.5	8.9	12.8	12.6
<b>Total (g)</b>	245	267	276	277

Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)

Tabla 8. Extracción de oleorresina de corteza del árbol de canela.

Corrida	Masa inicial de materia vegetal $\pm$ 0.05 (g)	Masa balón $\pm$ 0.05 (g)	Masa balón + oleorresina $\pm$ 0.05 (g)	Masa oleorresina $\pm$ 0.07071 (g)
1	40.0	157.9	164.2	6.300
2	40.0	157.9	163.9	6.000
3	40.0	157.9	164.8	6.900
4	40.0	157.9	164.6	6.700
5	40.0	157.9	164.0	6.100

\*Las corridas fueron realizadas con la masa retenida en el tamiz No.16 y 80.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 9. Extracción de oleorresina de hojas del árbol de canela.

<b>Corrida</b>	<b>Masa inicial de materia vegetal <math>\pm</math> 0.05 (g)</b>	<b>Masa balón <math>\pm</math> 0.05 (g)</b>	<b>Masa balón + oleorresina <math>\pm</math> 0.05 (g)</b>	<b>Masa oleorresina <math>\pm</math> 0.07071 (g)</b>
1	40.0	157.9	161.9	4.000
2	40.0	157.9	162.7	4.800
3	40.0	157.9	162.6	4.700
4	40.0	157.9	162.4	4.500
5	40.0	157.9	162.4	4.500

\*Las corridas fueron realizadas con la masa retenida en el tamiz No.16 y 18.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 10. Datos para determinar la densidad de la oleorresina de canela.

<b>Sección</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa oleorresina <math>\pm</math> 0.05 (g)</b>	<b>Volumen oleorresina <math>\pm</math> 0.05 (ml)</b>
Corteza	1	1.10	1.00
	2	0.900	1.00
	3	1.00	1.00
	4	1.10	1.00
	5	1.15	1.00
Hojas	1	1.00	1.00
	2	0.900	1.00
	3	0.950	1.00
	4	1.00	1.00
	5	1.05	1.00

\*Datos tomados a 27°C tomado de: <https://weather.com/es-US/>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 11. Datos para determinar la solubilidad de la oleorresina de corteza del árbol de canela.

<b>Solvente</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa oleorresina <math>\pm 0.05</math> (g)</b>	<b>Volumen solvente <math>\pm 0.05</math> (ml)</b>
Hexano grado industrial	1	0.10	0.40
	2	0.10	0.43
	3	0.10	0.39
	4	0.10	0.40
	5	0.10	0.40
Etanol al 95%	1	0.10	0.60
	2	0.10	0.50
	3	0.10	0.50
	4	0.10	0.60
	5	0.10	0.50
Agua Desmineralizada	1	0.10	$\rightarrow \infty$
	2	0.10	$\rightarrow \infty$
	3	0.10	$\rightarrow \infty$
	4	0.10	$\rightarrow \infty$
	5	0.10	$\rightarrow \infty$

\*Solubilidad calculada a 27°C tomado de: <https://weather.com/es-US/>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 12. Datos para determinar la solubilidad de la oleorresina de hojas del árbol de canela.

<b>Solvente</b>	<b>Corrida</b>	<b>Masa oleorresina <math>\pm 0.05</math> (g)</b>	<b>Volumen solvente <math>\pm 0.05</math> (ml)</b>
Hexano grado industrial	1	0.10	0.90
	2	0.10	0.85
	3	0.10	0.85
	4	0.10	0.85
	5	0.10	0.80
Etanol al 95%	1	0.10	1.1
	2	0.10	1.1
	3	0.10	1.1
	4	0.10	1.1
	5	0.10	1.2

Tabla 12. Datos para determinar la solubilidad de la oleorresina de hojas del árbol de canela.

Agua Desmineralizada	1	0.10	$\rightarrow \infty$
	2	0.10	$\rightarrow \infty$
	3	0.10	$\rightarrow \infty$
	4	0.10	$\rightarrow \infty$
	5	0.10	$\rightarrow \infty$

\*Solubilidad calculada a 27°C tomado de: <https://weather.com/es-US/>  
Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 13. Determinación del índice de refracción de la oleorresina del árbol de canela.

Sección de la planta	Corrida	Índice de refracción
Corteza	1	1.628
	2	1.627
	3	1.628
	4	1.628
	5	1.627
Hojas	1	1.628
	2	1.638
	3	1.638
	4	1.638
	5	1.636

\*Solubilidad calculada a 27°C tomado de: <https://weather.com/es-US/>  
Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 14. Composición química de la oleorresina de corteza de canela para corrida 1.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
7	30.122	0.200	3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol.	000078-70-6
8	34.703	60.2	Propilenglicol	000057-55-6
9	48.608	9.15	Cinamaldehído	014371-10-9
10	51.987	0.530	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	000103-54-8
11	52.379	0.970	Eugenol	000097-53-0
19	60.675	0.330	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
21	66.943	0.340	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 15. Composición química de la oleorresina de corteza de canela para corrida 2.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
4	34.703	41.6	Propilenglicol	000057-55-6
5	48.576	10.7	Cinamaldehído	014371-10-9
6	51.983	0.780	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	000103-54-8
7	52.374	0.870	Eugenol	000097-53-0
8	55.513	0.550	2, 5-pirrolidinadiona, 1-metil-3-fenil	000086-34-0
9	56.004	0.810	1H-inden-2-ol, 2,3-dihidro-1-metoxi, cis-	056175-44-1
11	66.943	0.500	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 16. Composición química de la oleorresina de corteza de canela para corrida 3.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
7	34.703	57.8	Propilenglicol	000057-55-6
8	48.599	10.1	Cinamaldehído	014371-10-9
9	51.987	0.630	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	000103-54-8
10	52.379	0.740	Eugenol	000097-53-0
11	55.513	0.810	2 - Metilbencil cianuro	000086-34-0
15	60.675	0.410	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
17	66.943	0.460	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 17. Composición química de la oleorresina de corteza de canela para corrida 4.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
7	34.702	57.5	Propilenglicol	000057-55-6
8	48.603	9.91	Cinamaldehído	014371-10-9
9	51.987	0.610	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	000103-54-8
10	52.512	0.720	Eugenol	000097-53-0
18	60.680	0.400	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
20	66.939	0.490	Benzil Benzoato	000120-51-4
21	79.334	0.510	Ácido n - hexadecanoico	000057-10-3

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 18. Composición química de la oleorresina de corteza de canela para corrida 5.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
7	34.703	59.5	Propilenglicol	000057-55-6
8	48.612	11.7	Cinamaldehído	014371-10-9
9	51.987	0.690	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	000103-54-8
10	52.379	0.850	Eugenol	000097-53-0
12	56.013	0.490	1H-inden-2-ol, 2,3-dihidro-1-metoxi, cis-	056175-44-1
14	60.680	0.460	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	001504-74-1
16	66.943	0.550	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 19. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 1.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
4	30.122	0.690	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	000078-70-6
5	34.702	50.9	Propilenglicol	000057-55-6
6	52.383	19.6	Eugenol	000097-53-0
7	66.948	0.850	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 20. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 2.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
8	30.122	0.310	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	000078-70-6
9	35.789	52.3	Propilenglicol	000057-55-6
11	52.374	8.32	Eugenol	000097-53-0
13	66.943	4.81	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)



Tabla 21. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 3.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
9	30.122	0.270	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	000078-70-6
10	35.785	60.3	Propilenglicol	000057-55-6
12	52.383	12.1	Eugenol	000097-53-0
13	66.939	4.60	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 22. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 4.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
9	30.122	0.220	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	000078-70-6
10	35.789	63.5	Propilenglicol	000057-55-6
13	52.378	13.6	Eugenol	000097-53-0
16	66.934	4.72	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 23. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 5.

No.	Retención (min)	Área (%)	Compuesto químico	Núm. Cas
9	33.652	68.2	Propilenglicol	000057-55-6
10	50.486	0.730	Dímero 1,3-dihidroxiacetona	062147-49-3
11	52.374	11.5	Eugenol	000097-53-0
15	66.939	3.43	Benzil Benzoato	000120-51-4

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 24. Prueba hedónica de 9 puntos para las galletas a base de harina de arroz conteniendo oleorresina de canela.

Juez	Muestra A					Muestra B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1	9	8	9	8	6	9	7	8	9	8
2	5	7	8	9	9	5	7	8	6	6
3	8	8	8	9	9	9	7	7	8	9
4	8	7	7	8	8	8	8	7	7	8
5	6	7	8	6	7	8	8	9	9	9
6	9	9	8	8	8	7	7	5	5	6
7	8	7	8	9	9	8	7	7	7	7
8	7	7	6	8	9	7	7	5	4	7
9	7	9	9	8	7	8	9	8	7	7
10	9	9	9	7	7	9	9	7	9	9
11	8	5	8	7	3	9	6	7	4	4
12	7	8	6	6	7	7	7	8	8	8
13	8	8	8	9	9	9	8	8	9	9
14	7	8	9	7	6	6	6	8	7	4
15	8	8	9	9	8	8	8	7	6	6
16	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
17	8	8	8	7	9	7	7	7	8	9
18	7	8	8	8	6	8	8	7	8	9
19	9	8	8	9	9	8	8	9	9	9
20	4	8	7	6	8	7	8	6	7	7
21	8	8	8	9	7	7	7	6	6	4
22	5	7	6	4	5	8	9	8	8	8
23	8	8	9	9	9	8	9	8	9	9
24	8	7	8	9	8	8	8	7	9	9
25	9	7	9	8	9	9	9	8	8	8
26	7	7	7	6	4	7	5	7	6	6
27	8	9	7	8	9	9	8	9	9	9
28	8	6	7	9	9	8	7	6	3	7
29	9	8	9	7	7	9	8	9	8	8
30	8	9	6	6	7	9	9	7	4	7
31	7	8	8	8	6	6	6	6	3	2
32	8	7	7	6	4	8	7	7	7	5
33	9	8	9	8	8	8	8	9	7	7
34	8	9	7	7	8	6	8	7	6	6
35	5	6	8	8	8	9	9	8	9	9

Continuación de la tabla 24. Prueba hedónica de 9 puntos para las galletas a base de harina de arroz conteniendo oleorresina de canela.

36	7	8	8	5	7	9	8	8	7	8
37	8	8	9	8	7	9	9	7	8	8
38	8	9	9	8	8	9	9	8	7	8
39	7	8	8	8	7	8	9	9	7	9
40	7	9	6	7	8	7	6	3	3	5
41	8	9	9	8	8	9	8	7	7	9
42	5	5	6	4	4	6	7	6	4	4
43	8	9	8	9	9	9	8	7	7	5
44	8	8	8	9	9	9	8	7	8	9
45	8	9	9	5	5	9	9	9	7	99
46	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
47	9	6	4	4	3	7	7	6	7	4
48	8	9	8	7	9	8	9	9	8	9
49	9	9	8	7	8	9	6	8	7	8
50	9	9	9	9	9	9	9	7	7	7

Fuente: Elaboración propia. Guatemala, Junio del 2017 Universidad Rafael Landívar

#### 4.1.1. Datos calculados

Tabla 25. Rendimiento de extracción respecto al peso inicial de la materia prima vegetal de oleorresina de corteza del árbol de canela.

Corrida	Rendimiento de extracción (%) $\pm 0.00178$
1	15.8
2	15.0
3	17.3
4	16.8
5	15.3

\*Las corridas fueron realizadas con la masa retenida en el tamiz No.16 y 80.

Fuente: Elaboración propia. Guatemala (2017)

Tabla 26. Rendimiento de extracción respecto al peso inicial de la materia prima vegetal de oleoresina de hojas del árbol de canela.

<b>Corrida</b>	<b>Rendimiento de extracción (%) ± 0.00178</b>
1	10.00
2	12.00
3	11.75
4	11.25
5	11.25

\*Las corridas fueron realizadas con la masa retenida en el tamiz No.16 y 80.

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 27. Densidad de la oleoresina de canela.

<b>Sección</b>	<b>Corrida</b>	<b><math>\rho</math> (g/ml) ± 0.00743</b>
Corteza	1	1.10
	2	0.900
	3	1.00
	4	1.10
	5	1.15
Hojas	1	1.00
	2	0.900
	3	0.950
	4	1.00
	5	1.05

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 28. Solubilidad de la oleorresina de corteza del árbol de canela.

<b>Solvente</b>	<b>Corrida</b>	<b>Solubilidad (g/100ml)</b>
Hexano grado industrial	1	25 ± 0.13
	2	23 ± 0.12
	3	26 ± 0.13
	4	25 ± 0.13
	5	25 ± 0.13
Etanol al 95%	1	17 ± 0.084
	2	20 ± 0.10
	3	20 ± 0.10
	4	17 ± 0.084
	5	20 ± 0.10
Agua Desmineralizada	1	Insoluble
	2	Insoluble
	3	Insoluble
	4	Insoluble
	5	Insoluble

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 29. Solubilidad de la oleorresina de hojas del árbol de canela.

<b>Solvente</b>	<b>Corrida</b>	<b>Solubilidad (g/100ml)</b>
Hexano grado industrial	1	11 ± 0.056
	2	12 ± 0.059
	3	12 ± 0.059
	4	12 ± 0.059
	5	13 ± 0.13
Etanol al 95%	1	9.1 ± 0.046
	2	9.1 ± 0.046
	3	9.1 ± 0.046
	4	9.1 ± 0.046
	5	8.69 ± 0.042
Agua Desmineralizada	1	Insoluble
	2	Insoluble
	3	Insoluble
	4	Insoluble
	5	Insoluble

Fuente: Elaboración propia (2017)

## 4.2 Tabulación y análisis estadístico de la información

A continuación, se presenta el resultado de los cálculos y el análisis estadístico respectivo para la información obtenida a cada objetivo planteado. El análisis estadístico utilizado para este estudio fue realizado por medio del análisis de varianza Anova de un solo factor, para probar o rechazar las hipótesis propuestas, las cuales comparan el porcentaje de rendimiento de oleorresina de canela respecto al peso inicial de la materia prima vegetal en función de la sección de la planta, los componentes químicos de la oleorresina según la sección de la planta y el grado de aceptabilidad de las oleorresinas aplicadas como saborizantes en galletas.

Para los componentes químicos se tomaron en cuenta los que se encontraban presentes en mayor cantidad y por lo tanto los más representativos para realizar el análisis, los cuales fueron: Cinamaldehído, Eugenol, Benzil benzoato y Propilenglicol.

Tabla 30. Promedio de humedad final de hojas del árbol de canela.

<b>Peso promedio de muestra</b>	<b>Promedio de humedad inicial</b>	<b>Promedio de humedad final</b>
0.504 g $\pm$ 0.000623	52.4%	5.03%

Fuente: Elaboración propia (2017)

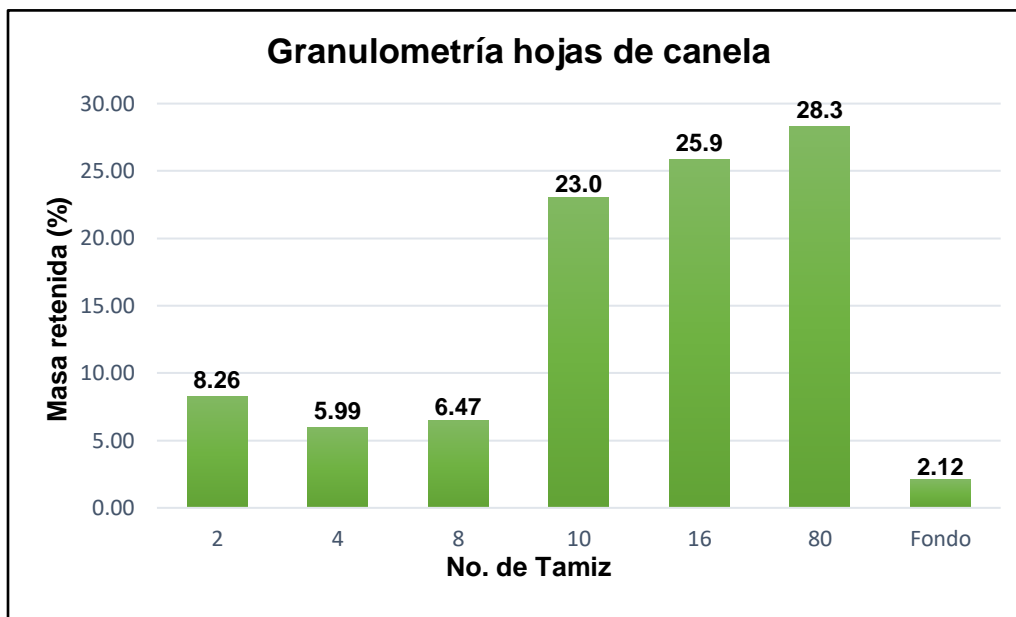
### 4.2.1. Granulometría

Tabla 31. Granulometría de hojas del árbol de canela.

<b>No. de tamiz</b>	<b>Promedio de masa retenida en tamiz (g)</b>	<b>Masa retenida en cada tamiz (%)</b>
2	23.4 $\pm$ 0.00230	8.26 $\pm$ 0.00842
4	17.0 $\pm$ 0.00121	5.99 $\pm$ 0.00131
8	18.4 $\pm$ 0.00944	6.47 $\pm$ 0.000167
10	65.2 $\pm$ 0.000212	23.0 $\pm$ 0.0564
16	73.4 $\pm$ 0.000324	25.9 $\pm$ 0.00433
80	80.2 $\pm$ 0.000244	28.3 $\pm$ 0.00219
Fondo	6.00 $\pm$ 0.00733	2.12 $\pm$ 0.000650
<b>Total (g)</b>	<b>284 <math>\pm</math> 0.00523</b>	<b>100 <math>\pm</math> 0.00678</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Gráfica 1. Resultados para granulometría de las hojas del árbol de canela



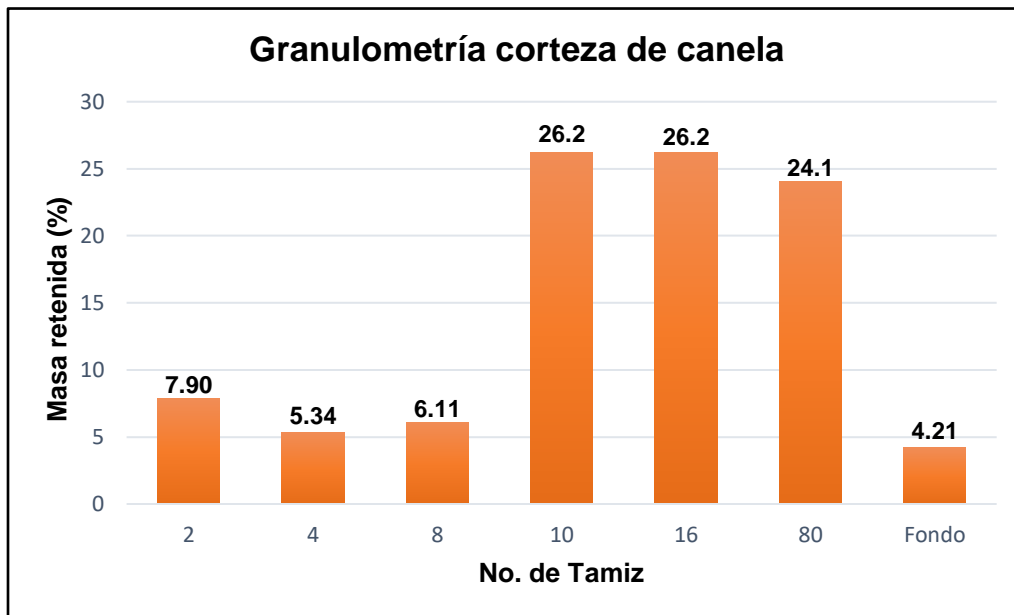
Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 33 (2017)

Tabla 32. Granulometría de corteza del árbol de canela.

No. de tamiz	Promedio de masa retenida en tamiz (g)	Masa retenida en cada tamiz (%)
2	21.1 ± 0.000321	7.90 ± 0.000789
4	14.2 ± 0.00567	5.34 ± 0.00547
8	16.3 ± 0.00876	6.11 ± 0.00908
10	69.8 ± 0.0000897	26.2 ± 0.000833
16	69.7 ± 0.000421	26.2 ± 0.000621
80	64.1 ± 0.00599	24.1 ± 0.00934
Fondo	11.2 ± 0.00843	4.21 ± 0.00238
<b>Total (g)</b>	<b>266 ± 0.00211</b>	<b>100 ± 0.00734</b>

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 12 (2017)

Gráfica 2. Resultados para granulometría de la corteza del árbol de canela



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 34 (2017)

#### 4.2.2. Rendimiento de extracción

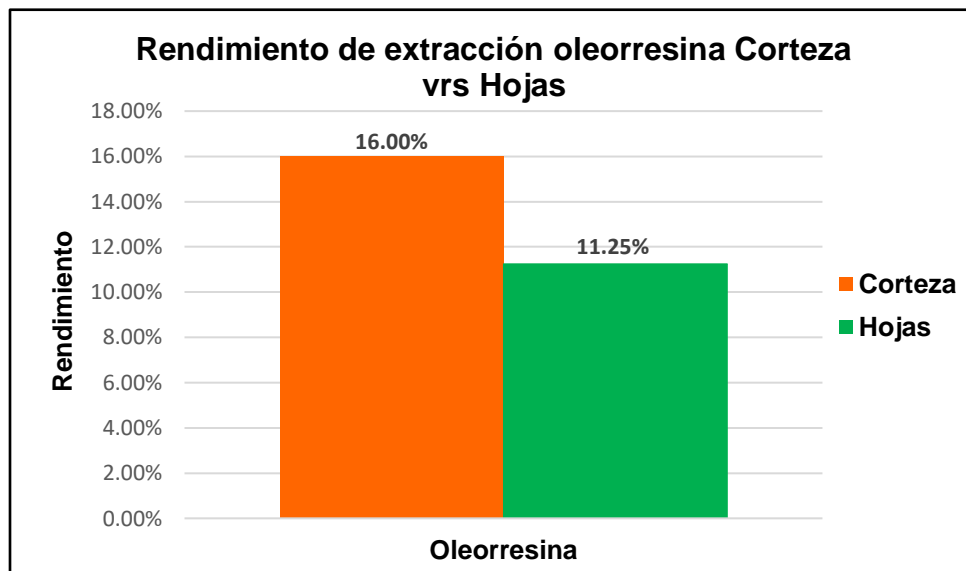
Tabla 33. Rendimiento de extracción respecto al peso inicial de la materia prima vegetal de oleoresina de canela (Corteza y hojas).

Sección de la planta	Media (%)	Desviación Estándar (%)	Varianza (%)
Corteza	16.00	± 0.009682	0.009375
Hojas	11.25	± 0.2976	0.005937

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 13 y 14 (2017)



Gráfica 3. Rendimiento de extracción de oleorresina respecto al peso inicial de la materia prima vegetal en función de la sección de la planta.



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 35 (2017)

Tabla 34. Anova para extracción de oleorresina en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.005640	1.000	0.005640	73.67	$2.622 \times 10^{-5}$	5.318
Dentro de los grupos	0.0006125	8.000	$7.656 \times 10^{-5}$			
Total	0.006253	9.000				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 13 y 14 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.00002622 y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P=0.00002622 < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa entre los porcentajes de rendimientos de extracción de la oleorresina en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

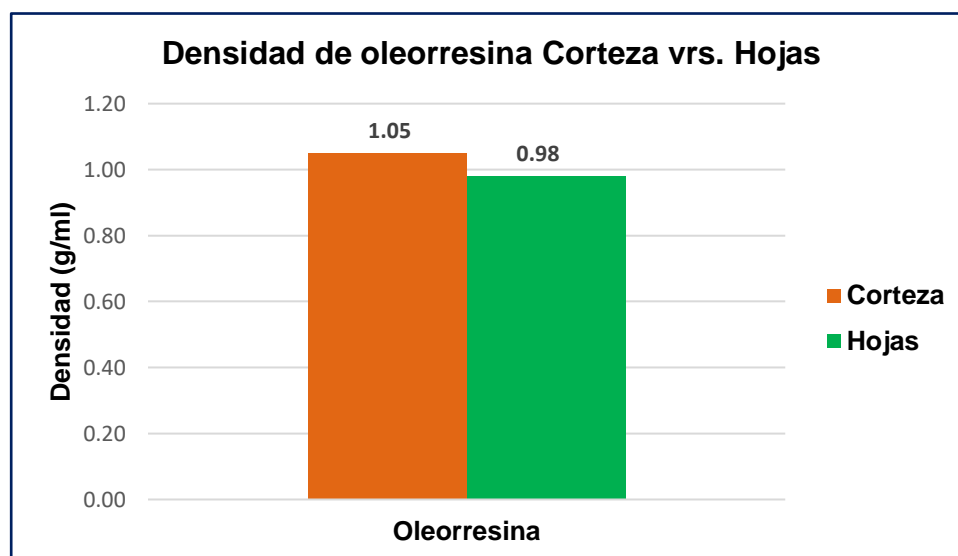
### 4.2.3. Densidad

Tabla 35. Densidad de oleorresina de canela (Corteza y hojas).

Sección de la planta	Media (g/ml)	Desviación Estándar (g/ml)	Varianza
Corteza	1.05	± 0.100	0.0100
Hojas	0.980	± 0.0600	0.00330

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 38 (2017)

Gráfica 4. Densidad de oleorresina en función de la sección de la planta.



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 38 (2017)

Tabla 36. Anova para densidad de oleorresina en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0123	1.00	0.0123	1.849	0.211	5.32
Dentro de los grupos	0.0530	8.00	0.00660			
Total	0.0652	9.00				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 15 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.2109 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P=0.2109 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa entre la densidad de la oleoresina en función de la sección de la planta utilizada. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

#### 4.2.4. Solubilidad

Tabla 37. Solubilidad de oleoresina de canela en Hexano (Corteza y hojas).

Sección de la planta	Media (g/100ml)	Desviación Estándar (g/100ml)	Varianza
Corteza	22	$\pm 3.5$	12
Hojas	10	$\pm 0.49$	0.24

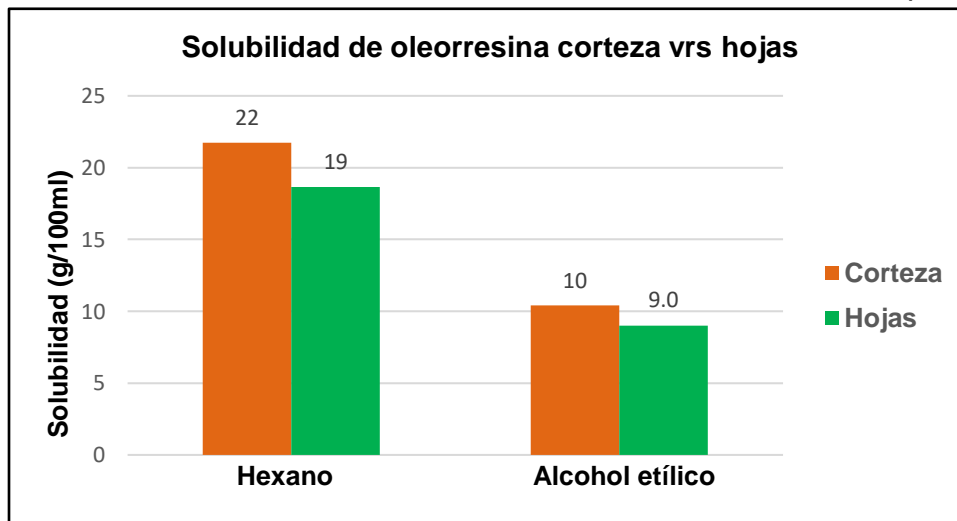
Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 16 y 17 (2017)

Tabla 38. Solubilidad de oleoresina de canela en Alcohol etílico al 95% (Corteza y hojas).

Sección de la planta	Media (g/100ml)	Desviación Estándar (g/100ml)	Varianza
Corteza	19	$\pm 1.8$	3.3
Hojas	9.0	$\pm 0.20$	0.032

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 16 y 17 (2017)

Gráfica 5. Solubilidad de oleoresina en función de la sección de la planta.



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 16 y 17 (2017)

Tabla 39. Anova para solubilidad de oleorresina en Hexano en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	423	1.0	423	806	$2.6 \times 10^{-9}$	5.3
Dentro de los grupos	4.2	8.0	0.52			
Total	427	9.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 16 y 17 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de  $2.56 \times 10^{-9}$  y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P=2.56 \times 10^{-9} < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa entre la solubilidad de la oleorresina en hexano en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 40. Anova para solubilidad de oleorresina en Alcohol etílico al 95% en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	233	1.0	233	138	$2.5 \times 10^{-6}$	5.3
Dentro de los grupos	13	8.0	1.7			
Total	247	9.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 16 y 17 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de  $2.5 \times 10^{-6}$  y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 2.5 \times 10^{-6} < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa entre la solubilidad de la oleorresina en alcohol etílico al 95% en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

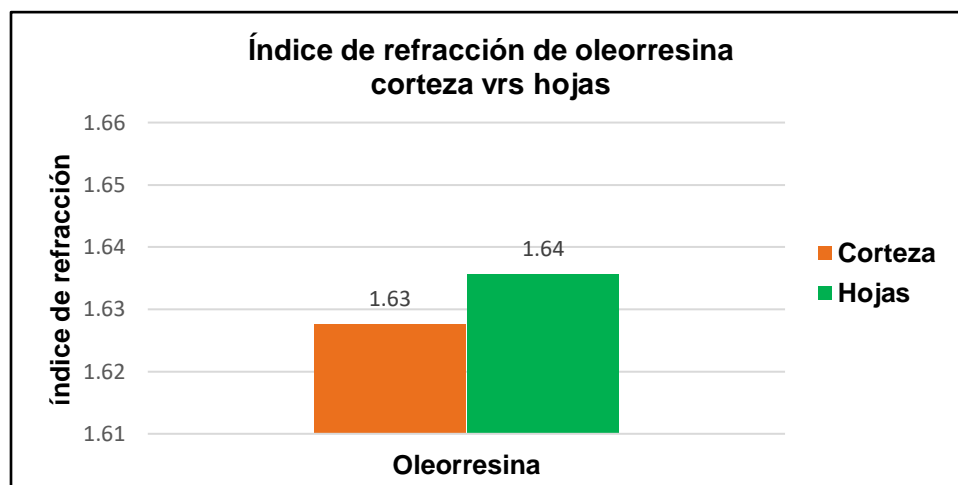
#### 4.2.5. Índice de refracción

Tabla 41. Índice de refracción de oleorresina de canela (Corteza y hojas).

Sección de la planta	Media	Desviación Estándar	Varianza
Corteza	1.628	± 0.0005477	0.0000003000
Hojas	1.636	± 0.004335	0.00001880

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 18 (2017)

Gráfica 6. Índice de refracción de oleorresina en función de la sección de la planta.



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 18 (2017)

Tabla 42. Anova para el índice de refracción de la oleorresina en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0001600	1.000	0.0001600	16.75	0.01490	5.3177
Dentro de los grupos	$7.6400 \times 10^{-5}$	8.000	$9.550 \times 10^{-6}$			
Total	0.0002364	9.000				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 18 (2017)

( $P=0.0149 > \alpha=0.05$ ), por lo que no existe una diferencia significativa entre el índice de refracción de la oleorresina en función de la sección de la planta.

#### 4.2.6. Cromatografía GC-MS

Tabla 43. Familia de los compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 1.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
7	0.200	3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol.	Alcohol
8	60.2	Propilenglicol	Alcohol
9	9.15	Cinamaldehído	Aldehído
10	0.530	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	Éster
11	0.970	Eugenol	Alilbenceno
19	0.330	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
21	0.340	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 19 (2017)

Tabla 44. Familia de los compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 2.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
4	41.6	Propilenglicol	Alcohol
5	10.7	Cinamaldehído	Aldehído
6	0.780	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	Éster
7	0.870	Eugenol	Alilbenceno
8	0.550	2, 5-pirrolidinadiona, 1-metil-3-fenil	Aldehído
9	0.810	1H-inden-2-ol, 2,3-dihidro-1-metoxi, cis-	Alcohol
11	0.500	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 20 (2017)

Tabla 45. Familia de los compuestos químicos de oleorresina de corteza para corrida 3.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
7	57.8	Propilenglicol	Alcohol
8	10.1	Cinamaldehído	Aldehído
9	0.630	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	Éster
10	0.740	Eugenol	Alilbenceno
11	0.810	2 - Metilbencil cianuro	Cianuro
15	0.410	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
17	0.460	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 21 (2017)

Tabla 46. Familia de los compuestos químicos de oleoresina de corteza para corrida 4.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
7	57.5	Propilenglicol	Alcohol
8	9.91	Cinamaldehído	Aldehído
9	0.610	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	Éster
10	0.720	Eugenol	Alilbenceno
18	0.400	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
20	0.490	Benzil Benzoato	Éster
21	0.510	Ácido n - hexadecanóico	Ácido carboxílico

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 22 (2017)

Tabla 47. Composición química de la oleoresina de corteza de canela para corrida 5.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
7	59.5	Propilenglicol	Alcohol
8	11.7	Cinamaldehído	Aldehído
9	0.690	2-Propen-1-ol, 3-fenil-acetato	Éster
10	0.850	Eugenol	Alilbenceno
12	0.490	1H-inden-2-ol, 2,3-dihidro-1-metoxi, cis-	Alcohol
14	0.460	2-propenal, 3-(2-metoxifenil)-	Aldehído
16	0.550	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 23 (2017)

Tabla 48. Composición química de la oleoresina de hojas de canela para corrida 1.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
4	0.690	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	Alcohol
5	50.9	Propilenglicol	Alcohol
6	19.6	Eugenol	Alilbenceno
7	0.850	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 24 (2017)

Tabla 49. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 2.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
8	0.310	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	Alcohol
9	52.3	Propilenglicol	Alcohol
11	8.32	Eugenol	Alilbenceno
13	4.81	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 25 (2017)

Tabla 50. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 3.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
9	0.270	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	Alcohol
10	60.3	Propilenglicol	Alcohol
12	12.1	Eugenol	Alilbenceno
13	4.60	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 26 (2017)

Tabla 51. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 4.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
9	0.220	1, 6-octadien-3-ol, 3, 7-dimetil	Alcohol
10	63.5	Propilenglicol	Alcohol
13	13.6	Eugenol	Alilbenceno
16	4.72	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 27 (2017)

Tabla 52. Composición química de la oleorresina de hojas de canela para corrida 5.

No.	Área (%)	Compuesto químico	Familia
9	68.2	Propilenglicol	Alcohol
10	0.730	Dímero 1,3-dihidroxiacetona	Cetona
11	11.5	Eugenol	Alilbenceno
15	3.43	Benzil Benzoato	Éster

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 28 (2017)



Tabla 53. Análisis de contenido de Cinamaldehído en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.

Sección de la planta	Media (%)	Desviación Estándar (%)	Varianza (%)
Corteza	10.3	± 0.940	0.881
Hojas	0	0	0

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

Tabla 54. Anova de Cinamaldehído en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	265	1.00	265	601	8.16x10 <sup>-9</sup>	5.32
Dentro de los grupos	3.53	8.00	0.440			
Total	269	9.00				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 56 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de  $8.16 \times 10^{-9}$  y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P=8.1618 \times 10^{-9} < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa en el contenido de Cinamaldehído en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 55. Análisis de contenido de Eugenol en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.

Sección de la planta	Media (%)	Desviación Estándar (%)	Varianza (%)
Corteza	0.830	± 0.100	0.0105
Hojas	13.0	± 4.16	17.3

Fuente: Elaboración propia, en base a anexo D (2017)

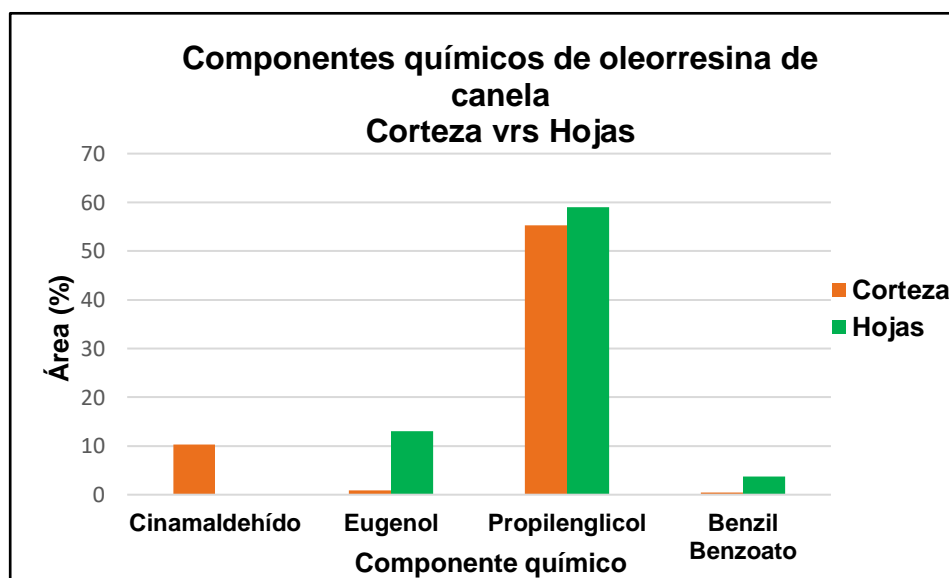
Tabla 56. Anova de Eugenol en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	372	1.00	372	42.9	0.000200	5.32
Dentro de los grupos	69.3	8.00	8.67			
Total	441	9.00				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 58 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.0002 y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.0002 < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa en el contenido de Eugenol en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Gráfica 7. Componentes químicos principales en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta



Fuente: Elaboración propia, en base a Anexo D (2017)

#### 4.2.7. Balances de masa

Tabla 57. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra A).

<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
Ingrediente	Peso $\pm$ 0.05(g)	Ingrediente	Peso $\pm$ 0.05(g)
Chispas de Chocolate	240.00	Galletas horneadas	1302.4
Harina de Arroz libre de gluten	400.00	Pérdidas de humedad	58.090
Azúcar Morena	328.00	Pérdidas por trasvase	40.950
Mantequilla S/Sal	227.00		
Huevos	172.00		
Maicena	24.000		
Sal	1.0000		
Polvo para Hornear	6.0000		
Goma Xantana	2.0000		
Oleorresina de corteza de canela	1.3900		
BHA	0.034100		
BHT	0.0085000		
<b>TOTAL (g)</b>	<b>1401.4 <math>\pm</math> 6.06</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1401.4 <math>\pm</math> 4.06</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 58. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra B).

<b>Entrada</b>		<b>Salida</b>	
Ingrediente	Peso $\pm$ 0.05(g)	Ingrediente	Peso $\pm$ 0.05(g)
Chispas de Chocolate	240.00	Galletas horneadas	1300.1
Harina de Arroz libre de gluten	400.00	Pérdidas de humedad	52.680
Azúcar Morena	328.00	Pérdidas por trasvase	38.650
Mantequilla S/Sal	227.00		
Huevos	162.00		
Maicena	24.000		
Sal	1.0000		
Polvo para Hornear	6.0000		
Goma Xantana	2.0000		
Oleorresina de hojas de canela	1.3900		
BHA	0.035100		
BHT	0.0086000		
<b>TOTAL (g)</b>	<b>1391.4 <math>\pm</math> 6.34</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1391.4 <math>\pm</math> 4.88</b>

Fuente: Elaboración propia (2017)

#### 4.2.8. Análisis sensorial

Tabla 59. Análisis para la característica de olor en función de la muestra de galleta.

<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Varianza</b>
A (Oleorresina de corteza)	7.86	$\pm$ 1.05	1.10
B (Oleorresina de hojas)	7.78	$\pm$ 1.06	1.11

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Tabla 60. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de olor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.160	1.00	0.160	0.144	0.705	3.94
Dentro de los grupos	109	98.0	1.11			
Total	109	99.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.7048 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.7048 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa en el puntaje sobre la característica del olor entre ambas muestras. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 61. Análisis para la característica de sabor en función de la muestra de galleta.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Varianza
A (Oleorresina de corteza)	7.84	$\pm 1.11$	1.24
B (Oleorresina de hojas)	7.38	$\pm 1.24$	1.55

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

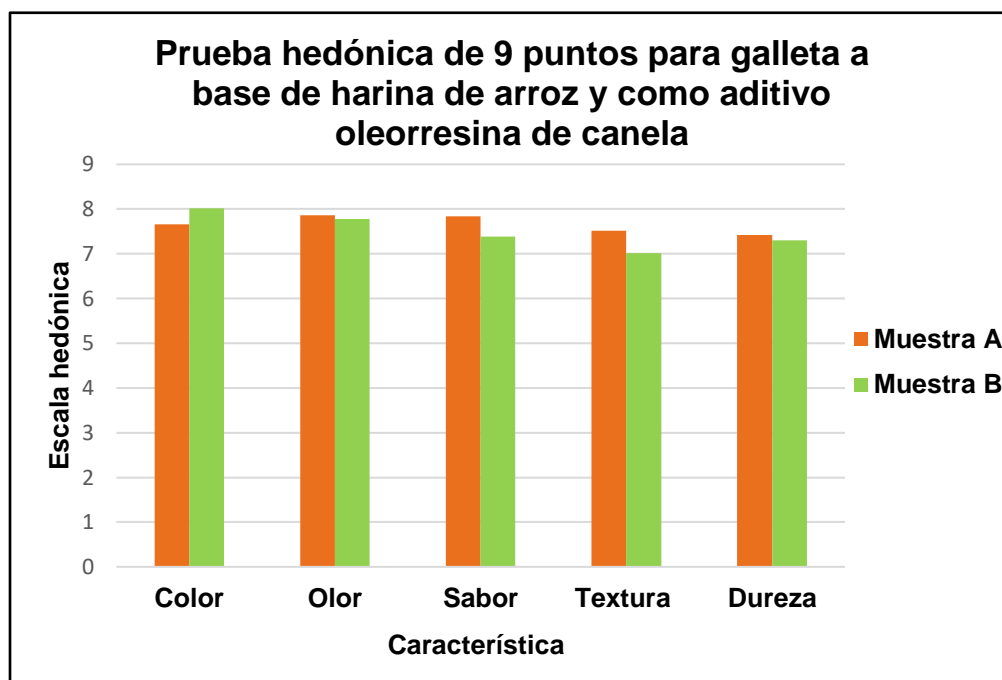
Tabla 62. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de sabor.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5.29	1.00	5.29	3.80	0.0542	3.94
Dentro de los grupos	137	98.0	1.39			
Total	142	99.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.7048 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.0542 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa en el puntaje sobre la característica del sabor entre ambas muestras. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Gráfica 8. Prueba hedónica de 9 puntos para galleta a base de harina de arroz conteniendo oleorresina de canela



Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Tabla 63. Prueba hedónica de 9 puntos para las dos muestras de oleorresina aplicadas como saborizantes en galletas a base de harina de arroz.

Característica	Muestras	
	A (Oleorresina de corteza de canela)	B (Oleorresina de hojas de canela)
Color	7.66 ± 1.21	8.02 ± 1.06
Olor	7.86 ± 1.05	7.78 ± 1.06
Sabor	7.84 ± 1.11	7.38 ± 1.24
Textura	7.86 ± 1.45	7.02 ± 1.73
Dureza	7.86 ± 1.70	7.30 ± 1.83
Conclusión	Satisfactoria	Satisfactoria

Fuente: Elaboración propia, en base a tablas 65, 67, 69, 71 y 73 (2017)

Tabla 64. Resumen de resultados del análisis de varianza (Anova).

No.	Hipótesis	Diferencia Significativa	
		No existe	Si existe
1	Rendimiento extractivo de la oleorresina de canela, en función de la sección de la planta		x
2	Propiedades generales de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta	Densidad	x
		Solubilidad	
		Índice de refracción	x
3	Componentes activos presentes en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta	Cinamaldehído	
		Eugenol	x
		Propilenglicol	x
		Benzil benzoato	
4	Nivel de aceptación de la galleta de harina a base de arroz con oleorresina de canela, en función de la sección de la planta	Color	x
		Olor	x
		Sabor	x
		Textura	x
		Dureza	x

Fuente: Elaboración propia, en base a todas las tablas de análisis Anova presentadas (2017)

#### 4.2.9. Precio de venta

Tabla 65. Precios de oleorresina extraída y precio de venta de aceites convencionales del mercado.

Oleorresina extraída en laboratorio	Precio de venta por 30 ml con un margen de utilidad del 20%	Empresa	Producto	Precio de venta por 30 ml
Corteza	Q52.50	Colquica	Aceite esencial de corteza de canela	Q22.00
		The essential oil company	Aceite de hoja de canela	Q73.70
Hojas	Q43.12	The essential oil company	Aceite de corteza de canela	Q1,202
		The essential oil company	Aceite de corteza de canela	Q177.7

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 66. Precios de oleorresina extraída con recuperación de solvente y precio de venta de aceites convencionales del mercado.

Oleorresina extraída en laboratorio	Precio de venta por 30 ml con un margen de utilidad del 20%	Empresa	Producto	Precio de venta por 30 ml
Corteza	Q35.90	Colquica	Aceite esencial de corteza de canela	Q22.00
		The essential oil company	Aceite de hoja de canela	Q73.70
Hojas	Q21.96	The essential oil company	Aceite de corteza de canela	Q1,202
		The essential oil company	Aceite de corteza de canela	Q177.7

Fuente: Elaboración propia (2017)



## 5. Discusión 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 la oleorresina de canela respecto al peso inicial de la materia prima vegetal en función de la sección de la planta utilizada y realizar su caracterización fisicoquímica para posteriormente aplicarla como un saborizante en una galleta a base de harina de arroz con chispas de chocolate y medir el grado de aceptabilidad del público referente a las dos oleorresinas extraídas y aplicadas como saborizantes por medio de una prueba hedónica de nueve puntos.

Se utilizaron hojas y corteza deshidratadas que provienen del municipio de San Martín Jilotepeque del departamento de Chimaltenango. Antes de realizar la extracción se realizaron varios procedimientos necesarios para acondicionar la materia prima para el proceso. Primero se recolectó la materia prima, seleccionando la que estuviera libre de algún cuerpo extraño como raíces, polvo, tierra, etc. y sin presencia de señales de descomposición. Se pesó y se realizó una limpieza para eliminar partículas de polvo que pudieran tener las hojas y corteza. Para mejorar la extracción de la oleorresina de las hojas del árbol de canela se determinó el contenido de humedad inicial por medio de un analizador de humedad. Como se indica en la Tabla 5, las muestras presentaron humedades iniciales entre 49.75 – 55.69% y después de colocarlas a deshidratar a una temperatura de 50°C por 24 horas, la humedad final promedio fue de 5.03%. Se realizó este pretratamiento ya que según el proyecto 28-99 de FODECYT consultado en la sección lo escrito sobre el tema, la extracción de compuestos activos es mayor cuando el material se encuentra seco, presentando una humedad menor al 10%. Por otro lado, el secado favorece un contacto más efectivo entre el solvente y el material orgánico, facilitando el acceso del solvente en el interior de la estructura del sólido. Pues al romperse la pared celular se maximiza el área de transferencia de masa que propicia un mejor flujo interfacial.

La molienda se realizó en dos equipos diferentes debido a las propiedades que presenta cada sección de la planta. Para las hojas se utilizó un procesador de alimentos y para la corteza se utilizó un molino de discos para granos. Luego la materia prima molida fue agregada a un tamizador por 10 minutos para separarla según el tamaño de partículas 50.00, 4.75, 2.36, 2.00, 1.18 y 0.180mm. En la Tabla 31 se presenta el análisis granulométrico para las hojas del árbol de canela, obteniendo que la mayor cantidad de materia vegetal retenida fue en el tamiz número 80 con 28.28% y la menor cantidad en el tamiz número 4 con 5.99%. Para la corteza, el análisis granulométrico se presenta en la Tabla 32, que indica que el tamiz número 10 retuvo la mayor cantidad de materia con 26.21% y la menor cantidad se retuvo en el tamiz 4 con 5.34%.

Para realizar las 10 extracciones con la materia vegetal se utilizó un tamaño de partícula entre 16 a 80, ya que para establecer el tamaño de partícula se tiene en cuenta que cuanto más pequeño es el tamaño de partícula mayor es el área de contacto entre el sólido y el líquido y por lo tanto más elevada la velocidad de transferencia de material. Además, menor es la distancia que debe recorrer el solvente por el interior del sólido y se disminuye el recorrido de difusión del solvente en la materia prima vegetal. No se tomó en cuenta las partículas más pequeñas o finas ya que éstas dificultan el proceso de extracción al formar una compactación y falsas vías al alojarse en las aberturas de las partículas mayores impidiendo así el flujo del disolvente y por lo tanto dificultando también su separación del mismo.

Se realizaron las extracciones de oleorresina a escala laboratorio usando el equipo soxhlet para un tamaño de lote de 40.00g, para cada extracción se agregó el material vegetal y alcohol etílico grado alimenticio en una relación 1:8 m/v. Las variables evaluadas fueron 2 secciones de la planta utilizada, realizando 5 repeticiones de cada una, dando como resultado 10 extracciones. Las secciones de planta utilizada fueron; corteza y hojas y se agregaron los tamaños de partícula entre 1.18mm y 0.180mm.

En las Tablas 25 y 26 se presenta el porcentaje de rendimiento de extracción de oleorresina de corteza y de hojas del árbol de canela respecto al peso inicial de la materia prima vegetal. En la Tabla 33 se puede observar que, el rendimiento de oleorresina es mayor para la corteza, con una media de  $16.00 \pm 0.009682\%$  a comparación de las hojas que presenta una media de  $11.25 \pm 0.2976\%$ . Por lo que se expresa una diferencia de  $4.750 \pm 0.0007000\%$  entre la sección de extracción de la planta que se puede observar mediante la gráfica 3. Por medio del análisis de varianza que se muestra en la Tabla 34 se determinó que si existe una diferencia significativa para el rendimiento de oleorresina en función de la sección de la planta utilizada. Demostrando de esta forma que la variación realizada tiene un efecto considerable en el rendimiento de oleorresina obtenido.

Esta diferencia de rendimiento de extracción se puede explicar a través de la función que cada sección de la planta realiza. En las hojas se posee la mayor cantidad de agua y es por medio de esta sección de la planta que casi el 99% del agua absorbida por las raíces de la planta se evapora a través de los estomas, que también realizan el intercambio gaseoso de la planta. Además, por poseer una constitución porosa promueve la entrada de aire para realizar el proceso de la fotosíntesis. Por lo que una hoja grande y porosa pierde cantidades considerables de metabolitos secundarios a través del proceso de evaporación. Otra de las razones es el pretratamiento de secado, el cual es necesario para la conservación de las hojas (evita los procesos enzimáticos) donde se pierden sustancias volátiles. Y el mayor rendimiento obtenido por la corteza se debe a que esta transporta activamente nutrientes de las raíces a las hojas y el alimento producido por estas al resto de la planta. Este transporte activo hacia el espacio

extracelular del cilindro vascular eleva las concentraciones de los nutrientes en dicho espacio. Además, contiene algunos antisépticos (taninos) espesos que promueven el aislamiento y evita la deshidratación de la planta. Por lo que es en esta sección de la planta que se encuentran en mayor cantidad los compuestos volátiles y no volátiles que constituyen a la oleorresina.

Posteriormente se realizó la caracterización fisicoquímica de la oleorresina de canela por medio de la medición de la densidad, solubilidad a temperatura ambiente en hexano grado industrial, alcohol etílico al 95% y agua desmineralizada, e identificación de componentes químicos presentes en la oleorresina por medio de una cromatografía gaseosa con acoplamiento a espectrometría de masas GC-MS. Es importante mencionar que para resguardar las propiedades de la oleorresina fue necesario almacenar cada una de las muestras en recipientes de color ámbar para protegerlos de la luz que puede llegar a oxidar alguno de los componentes de la oleorresina.

En la Tabla 35 se muestran los valores de las medias obtenidos para la densidad de la oleorresina de canela, para la corteza fue de  $1.05 \pm 0.10$  g/ml y para las hojas fue de 0.98 g/ml. En la gráfica 4 se observa que existen una diferencia entre las medias de las densidades de la oleorresina la cual no es determinante. En Tabla 36 se muestra el análisis de varianza donde se tiene como resultado que la probabilidad obtenida de 0.2109 es mayor que el nivel de significancia de 0.05 utilizado. Por lo que no existe una diferencia significativa entre la densidad de la oleorresina en función de la sección de la planta utilizada para la extracción.

Los valores de las medias para la solubilidad de la oleorresina a temperatura ambiente se indican en la Tabla 37 y 38, para el hexano y el alcohol etílico respectivamente. Los resultados se presentan como gramos de oleorresina por 100 ml de solvente. Al utilizar como solvente hexano grado industrial la solubilidad de la oleorresina fue de  $21.72 \pm 3.49$ g/100ml para la corteza y de  $10.39 \pm 0.49$ g/100ml para las hojas. Utilizando como solvente etanol al 95% la oleorresina de corteza presentó una solubilidad de  $18.66 \pm 1.8$ g/100ml y  $9.01 \pm 0.18$ g/100ml para las hojas del árbol de canela. Se puede determinar que la solubilidad de la oleorresina de corteza es mayor en Hexano y Etanol debido a los compuestos químicos presentes en esta oleorresina que contiene moléculas con un menor número de carbonos con características mayormente apolares que los compuestos presentes en la oleorresina extraída de hojas que contiene moléculas con un número mayor de carbonos como el Benzil benzoato.

Y finalmente, al utilizar como solvente agua desmineralizada la oleorresina extraída de ambas secciones de la planta fue insoluble. Este último resultado se debe a que la oleorresina contiene distintos componentes oleosos predominantemente no polares por lo que no es soluble en agua. Y este tipo de compuestos no interactúan con el agua ya que estas moléculas no tienen regiones de cargas parciales positivas o negativas por lo

que no son atraídas electrostáticamente por las moléculas de agua. Por eso, en lugar de disolverse, las sustancias no polares (como los aceites) se mantienen separadas. En la gráfica 5 se puede observar la diferencia que existen entre la solubilidad de cada tipo de oleorresina y por el tipo de solvente empleado, al consultar la Tabla 39 y 40 se puede determinar que utilizando un nivel de significancia del 0.05 las probabilidades obtenidas para cada sección de la planta fueron mayores que el nivel de significancia utilizado. Por lo que se demuestra que existe una diferencia significativa entre la solubilidad de cada oleorresina contra cada uno de los solventes utilizados.

El índice de refracción determinado para la oleorresina de canela se puede observar en la Tabla 13 donde los valores van de 1.626 a 1.638. Y las medias que se presentan en la Tabla 41, siendo de  $1.628 \pm 0.0005477$  para la corteza y de  $1.636 \pm 0.004335$  para las hojas. En la Tabla 42 se presenta el análisis estadístico que indica que no existe una diferencia significativa entre el índice de refracción de la oleorresina de canela en función de la sección de la planta. Esto puede deberse a los componentes que contiene la oleorresina de canela en la corteza y en las hojas. Ya que estas secciones contienen componentes como el Propilenglicol y Eugenol los cuales cuentan con el índice de refracción de 1.424 y 1.535 respectivamente.

Se realizaron las cromatografías para cada muestra en el Laboratorio de Química Avanzada de la Universidad del Valle de Guatemala, 5 muestras para oleorresina de canela y 5 para las hojas haciendo un total de 10 análisis que se muestran en el anexo D con su cromatograma y los componentes químicos determinados en cada muestra. A partir de los datos obtenidos se pudieron determinar los 4 componentes químicos mayoritarios encontrados en las muestras de oleorresina. Los componentes químicos analizados fueron: Cimaldehído, Eugenol, Propilenglicol y Benzil Benzoato, para el extracto de corteza se obtuvo:  $10.3 \pm 0.940\%$ ,  $0.830 \pm 0.100\%$ ,  $55.3 \pm 7.76\%$  y  $0.470 \pm 0.0785\%$  respectivamente, y para las hojas;  $0 \pm 0\%$ ,  $13.0 \pm 4.16\%$ ,  $59.0 \pm 7.36\%$  y  $3.43 \pm 1.68\%$  respectivamente. En la gráfica 7 se comparan los principales 4 componentes químicos analizados de las dos secciones de la planta y se observa que el componente químico con mayor porcentaje de área es el Propilenglicol para ambas secciones de la planta.

En las Tablas 54, 56, 68 y 70 se indica el análisis de varianza de los componentes químicos en función de la sección de la planta utilizada para la extracción. Los resultados del análisis de varianza para los compuestos: Propilenglicol y Benzil benzoato se encuentran en el Anexo B ya que solamente se consideran como un complemento para la información de la composición química general de las oleorresinas. Con lo que se obtuvo como resultado que para el componente Cimaldehído, Eugenol y Benzil Benzoato si existe una diferencia significativa entre el contenido de estos componentes en función de la sección de la planta utilizada y que para el Propilenglicol no existe una diferencia significativa entre el contenido de este compuesto y la sección de la planta utilizada para

la extracción. Un punto importante de este análisis fue que no se encontró presencia del componente químico Cinamaldehído en las hojas de árbol de canela a diferencia de la corteza donde se determinó un porcentaje de área de  $10.3 \pm 0.940\%$ . Esto se debe a que el aceite de las hojas tiene niveles altos de Eugenol y el aceite de la corteza tiene niveles más altos de Cinamaldehído. Esto se evidencia por que la oleorresina de corteza presenta un poderoso aroma a canela, con un sabor dulce y aromático pero un poco picante proporcionado por el Cinamaldehído. A diferencia de la oleorresina extraída de las hojas que no es tan dulce como la proveniente de la corteza, el sabor es ligeramente amargo y con un aroma picante muy intenso como el aceite de clavo proporcionado por el Eugenol presente también en el Clavo de olor y la Nuez Moscada. Según la literatura la corteza contiene principalmente Cinamaldehído en un 60%, mientras que las hojas se componen principalmente de Eugenol en un 80%.

Se realizaron galletas a base de harina de arroz, una muestra A conteniendo oleorresina de la corteza del árbol de canela y una muestra B conteniendo oleorresina de las hojas del árbol de canela. Desde el inicio del proceso de elaboración de las galletas es importante tener en cuenta la calidad de materias primas velando por que éstas sean compradas a proveedores homologados y autorizados, así como el uso de buenas prácticas de manufactura ya que de esto depende la calidad del producto final. Uno de los parámetros importantes para la elaboración de galletas libres de gluten se basa en producir un alimento de calidad, lo cual es una medida de los niveles en que los consumidores se satisfacen según el conjunto de características que ofrece un producto. Las características a tomar en cuenta son el color, olor, sabor, textura y dureza que se pueden acentuar por medio de un saborizante como la oleorresina de canela. Se tomaron en cuenta como principales determinantes de la aceptación de las oleorresinas las características de sabor que lo proporciona el Cinamaldehído y el olor que lo proporciona el Eugenol. Para esto se agregó 1.39 gramos de oleorresina de canela de la corteza en la muestra A y la misma cantidad de oleorresina de canela de las hojas para la muestra B. Esta cantidad se definió tomando en cuenta la siguiente información consultada “Los aditivos en la alimentación de los españoles y la legislación que regula su autorización y uso”, su autor, el Doctor Carlos Barros indica que la dosis máxima permitida para alimentos que contienen aromas basados en oleorresinas de especies debe ser de 1g/kg.

En la sección de recolección de información se determinó, el balance de masa el cual se basa en la ley de la conservación de la materia (todo lo que entra a un proceso debe salir de alguna manera del mismo, ya sea como producto, subproducto, desecho, o acumulaciones). El análisis se realiza básicamente comparando los flujos de entrada al proceso y los flujos de salida del proceso, considerando las posibles pérdidas, acumulaciones y mermas.

El balance de materia general para la muestra A se encuentra en la Tabla 57, donde se pueden observar cada una de las entradas correspondientes a la materia prima, donde

las entradas al proceso son: chispas de chocolate, harina de arroz libre de gluten, azúcar morena, mantequilla sin sal, huevos, maicena, sal, polvo para hornear, goma xantana, oleorresina de canela y como antioxidantes: BHT y BHA. En la salida, se obtuvo las galletas horneadas con una masa de 1302.39g, pérdidas de humedad de 58.09g y pérdidas al trasvasar el contenido de un recipiente a otro de 40.95g, obteniendo una cantidad de masa igual a la de entrada (1401.43g).

El balance de materia general para la muestra B se encuentra en la Tabla 58, donde se pueden observar cada una de las entradas correspondientes a la materia prima, donde las entradas al proceso son: chispas de chocolate, harina de arroz, mantequilla sin sal, azúcar morena, huevos, maicena, sal, polvo para hornear, goma xantana, oleorresina de canela y como antioxidantes: BHT y BHA. En la salida, se obtuvo las galletas horneadas con una masa de 1300.10g, pérdidas de humedad de 58.09g y pérdidas al trasvasar el contenido de un recipiente a otro de 40.95g, obteniendo una cantidad de masa igual a la de entrada (1391.43g).

Al terminar la elaboración de las galletas se realizó el análisis microbiológico de las mismas en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Al ser una galleta sin relleno y que no fue elaborada con producto lácteos se analizó solamente la presencia de Recuento aeróbico total, Recuento de Coliformes Totales y Fecales, Identificación de Escherichia Coli y Recuento de mohos y levaduras, según el RTCA 67.04.50:08. Los análisis se encuentran en el anexo E y el resumen de los resultados para las dos muestras analizadas se presenta en la Tabla 81, donde también se muestra el límite máximo permitido, no indicando el límite máximo permitido para Coliformes Totales y Fecales y menos a 3 NMP/g para E.Coli. Al no aislar ningún microorganismo de las dos muestras de galleta se considera como aceptable y por lo tanto no perjudicial para la salud.

Se determinó la aceptabilidad de las dos oleorresinas de canela por medio de la prueba hedónica de 9 puntos empleando un panel de 50 jueces, en la que el valor ó número 1 corresponde a me disgusta muchísimo y 9 corresponde a me gusta muchísimo. Para el panel fueron escogidos estudiantes universitarios de distintas carreras con un rango de edad similar entre los 17 a 23 años. Personas que no poseen una habilidad especial en la cata de alimentos pero que se eligieron bajo el criterio de disponibilidad para realizar dicha prueba. A cada juez se le entregaron dos galletas, una conteniendo oleorresina extraída de la corteza y otra con oleorresina extraída de las hojas, aplicadas como saborizantes, en bolsas plásticas cuidadosamente selladas para no modificar sus propiedades organolépticas.

En la tabla 63 se muestra que los valores de la prueba hedónica de las galletas fueron aceptados satisfactoriamente, ya que los datos son mayores al valor crítico medio de 6.5, y en la gráfica 9 se puede observar la comparación que se hace entre las características

evaluadas; en el caso del color obtuvo mayor aceptabilidad la muestra B, para el olor fue mayor la aceptabilidad de la muestra A, para el sabor fue mayor la aceptabilidad de la muestra A, para la textura obtuvo una mayor aceptabilidad la muestra A y para la dureza la muestra que obtuvo mayor aceptabilidad fue la muestra A, cada característica con diferencias poco notables.

Según el análisis de varianza, el grado de aceptabilidad del olor, sabor, color, textura y dureza de la galleta en función del saborizante (oleorresina de canela) el cual se muestra en las tablas 60, 62, 72, 74 y 73 no existe diferencia significativa para cada una de las características en función de la oleorresina de canela agregada en las galletas. Lo que significa que los jueces no percibieron una diferencia significativa entre las características de ambas oleorresinas aplicadas como saborizantes en galletas. Por lo que se determina que el grado de aceptabilidad de la oleorresina de canela de la corteza y de las hojas es alto por lo que es bien aceptado como un saborizante. Las características de color, textura y dureza se tienen en cuenta como un complemento para la información de la percepción de los jueces hacía el alimento con la aplicación del saborizante por lo que el análisis de varianza de estas características se encuentra en el Anexo B.

Es importante resaltar que los jueces no percibieron una diferencia significativa en las cinco características organolépticas evaluadas, debido a que las oleorresinas reproducen el carácter de la materia prima vegetal con mayor plenitud y su composición química resalta muy bien sus características presentando un olor y sabor estable y marcado apreciable por los jueces. Aunque la composición química de ambas oleorresinas sea diferente pueden ser utilizadas como saborizantes en alimentos sin alterar el sabor y olor del mismo por lo que podría sustituirse sin problema, una oleorresina por otra sin que los consumidores perciban un cambio drástico en las propiedades y características organolépticas del alimento.

Demostrando si existe la viabilidad de obtención de un margen de utilidad en la producción de oleorresinas, se determinan los costos directos de extracción para poder calcular un precio de venta que permita comparar el precio de las oleorresinas extraídas en el laboratorio contra oleorresinas convencionales en el mercado. En las tablas 77 y 78 se puede observar el precio de compra de la materia prima vegetal y los materiales necesarios para la extracción de las oleorresinas, también se detalla el costo de la cantidad de la materia prima vegetal y materiales utilizados durante el proceso de extracción. Haciendo la suma de estos valores es como se obtiene el costo de extracción por mililitro de oleorresina. Como resultado se tiene que para la oleorresina extraída de la corteza del árbol de canela el costo por mililitro es de Q1.40 y para la oleorresina extraída de las hojas es de Q1.15, esta diferencia de costos se encuentra en el precio de compra por 1 libra de corteza que es mayor que el precio de compra de 1 libra de hojas del árbol de canela, debido a que los productores de canela conocen los beneficios que

pueden obtenerse a través de la comercialización de la corteza pero no así los productos que pueden obtenerse por medio de las hojas. Es por esta razón que le dan un valor más alto a la corteza ya que es de esta sección de la planta de donde los productores obtienen sus ingresos.

Para calcular el precio de venta fue necesario fijar un margen de utilidad para determinar si el precio que se esperaba obtener pudiera cubrir los costos relacionados al producto y al mismo tiempo obtener un porcentaje de beneficio deseado. Para determinar este precio se tomaron en cuenta únicamente los costos directos de extracción ya que son los que se relacionan directamente con el proceso de producción de la oleorresina por lo que los costos indirectos no fueron calculados ya que no se cuentan con el costo de los insumos porque el proceso de producción fue realizado en los laboratorios de la Universidad. Como se esperaba determinar la viabilidad de la obtención de un margen de utilidad, este se fijó como un 20% que es el valor usual para un proyecto. Al contar con el margen de utilidad y los costos de producción de la oleorresina se hizo uso de la fórmula descrita en la sección 1.2.20 "Precio de venta" donde se describe como deben ingresarse los valores que determinan este precio. Como resultado en la tabla 65 se obtuvo que el valor por 30 ml de oleorresina de canela extraída de la corteza es de Q52.50 y para la oleorresina de canela extraída de las hojas por la misma cantidad es de Q43.10.

Esta diferencia de precios como anteriormente se hizo énfasis se debe a los precios a los que se compra la materia prima vegetal. Por lo que es importante aclarar que este precio de venta puede disminuir al comprar la materia prima vegetal y otros materiales en grandes cantidades, ya que este precio será inferior al precio al por menor debido a que al comprar grandes volúmenes, se obtienen múltiples descuentos. El precio también puede disminuir si se realiza un proceso de recuperación del solvente en el cual la mayoría de métodos permite una recuperación del 90%, como se puede observar en la tabla 66 si se llegara a aplicar este proceso el precio de venta se reduce considerablemente al utilizar una menor cantidad del solvente de extracción haciendo que el precio de venta de la oleorresina extraída de las hojas disminuya de Q43.10 a Q21.95 y que sea muy similar al precio de venta del aceite de corteza de canela convencional con un precio de venta de Q22.00.

Por lo que se puede determinar que la oleorresina extraída de hojas puede introducirse al mercado con mayor facilidad y competir contra otros productos como el aceite esencial de corteza de canela, ya que sus propiedades organolépticas son bien aceptadas y el precio de venta es menor al aceite de canela convencional. Debido a sus propiedades también tiene la capacidad de mezclarse con otro tipo de productos en una combinación ideal que no afecte las propiedades del alimento y su aplicación es bien aceptada (como se determinó en el análisis sensorial sección 4.2.8) por el consumidor produciendo así una reducción de costos para las personas que emplean el aceite esencial de corteza ya que pueden combinar ambos extractos y aplicarlos como



saborizantes en un alimento sin modificar la consistencia y la calidad del mismo. También se puede utilizar esta oleorresina en un aumento eventual del precio del aceite de corteza de canela, que, aunque existe una diferencia en la composición química de estas, no será rechazada por los consumidores si se llega a sustituir una por la otra ya que conserva muy bien sus características organolépticas las cuales son similares a la oleorresina extraída de la corteza del árbol de canela. Comparando la oleorresina de canela de hojas con los precios del aceite esencial de hojas de canela producido en otros países, resulta económico la compra de oleorresina, ya que el adquirir el aceite esencial en otro país implica costos de importación, impuestos y otros permisos que aumentarían el precio de compra del mismo. Por lo que el precio de venta de la oleorresina extraída de hojas resultaría económico y accesible para las personas que lo utilizan. Con esto se determina que la oleorresina de canela extraída de las hojas es la mejor opción para poder obtener un margen de utilidad lo cual genera una viabilidad en el proceso de extracción de dicha oleorresina mediante la comparación del precio de venta con oleorresinas convencionales en el mercado.

## 6. Conclusiones

1. Después de realizar la extracción con el equipo Soxhlet se obtiene que el rendimiento extractivo de la oleorresina de canela presenta diferencia significativa en función de la sección de planta utilizada, siendo mayor la cantidad de oleorresina de corteza 16.00% que 11.25% para hojas, debido a las funciones que realizan cada sección de la planta donde la corteza logra almacenar mayor cantidad de nutrientes que se ven reflejados en la cantidad de oleorresina extraída.
2. Luego de finalizar las pruebas fisicoquímicas se logra caracterizar la oleorresina y se obtuvo una densidad para la oleorresina de la corteza de 1.05 g/ml y de 0.98 g/ml para las hojas, índice de refracción de 1.63 y 1.64. Solubilidad a temperatura ambiente de 21.72g utilizando hexano grado industrial, 10.39g utilizando etanol al 95% e insoluble en agua desmineralizada y la solubilidad de 18.66g utilizando hexano grado industrial, 9.01g utilizando etanol al 95% e insoluble en agua desmineralizada respectivamente, estas diferencias se deben a la composición química de cada oleorresina.
3. Existe una diferencia significativa entre la cantidad de Cinamaldehído y Eugenol en ambas oleorresinas debido a que cada sección de la planta contiene diferente proporción de los compuestos, en mayor cantidad el Cinamaldehído para la corteza que le brinda un sabor dulce y picante y el Eugenol para las hojas que le provee un aroma picante e intenso similar al clavo de olor, proporciones que no afectan significativamente en la percepción organoléptica de los panelistas hacia las oleorresinas.
4. Se determina que la oleorresina que permite la obtención de un margen de utilidad mediante su producción es la oleorresina extraída de las hojas de canela, ya que su precio de venta se encuentra muy cercano al valor de venta del aceite de canela de corteza convencional por lo que permite su introducción en el mercado, al presentar ventajas como su aceptación organoléptica y su posible combinación con otros productos ya establecidos similares en su composición.

## 7. Recomendaciones

1. Realizar un proyecto de investigación con extracciones de oleorresina de canela con materia prima vegetal proveniente de otra región, efectuando la extracción con otro tipo de solvente con aplicación al área de alimentos para evaluar el rendimiento extractivo y los componentes químicos.
2. Realizar ensayos de almacenamiento para determinar la vida útil de la oleorresina y sus posibles cambios en su composición y aspecto para aumentar su valor agregado.
3. Aplicar la oleorresina de canela en otros productos alimenticios como botanas, salsas, embutidos y confitería para ampliar el alcance del método de extracción y aplicación del saborizante (oleorresina)
4. Para determinar qué comunidad o departamentos poseen mejores condiciones ambientales para la óptima producción de canela, se pueden separar lotes por comunidad debido a que la composición química no depende solamente de la sección de la planta está también relacionado al factor ambiental en las que fueron cosechadas.
5. Determinar una mezcla ideal de ambas oleorresinas que pueda ser aplicada como saborizante en alimentos, que tenga buena aceptación de los consumidores y mantenga sus características organolépticas para así reducir costos ya que utilizar oleorresina de hojas podría reducir el precio de venta.
6. Se debe tomar en cuenta que, para la concentración, a las muestras se les debe quitar totalmente el solvente que estuviese presente, para obtener una oleorresina libre de impurezas. Para ello se debe utilizar un rotavapor con medidor de presión digital, con bomba de vacío incorporada capaz de alcanzar presiones reducidas hasta de 40 microbar, para lograr obtener oleorresinas de alta calidad.

## 8. Referencias

- Audisio M., A. E. (2007). *Manual de microbiología de los alimentos* (1era edición). San Salvador, Jujuy, Argentina: Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- Barcenas M., F (2011). *Pan, galletas y otros productos*. Consultado el 16 de Junio del 2017 de: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TsIA-5 \(2\)-Luna-Fernandez-et-al-2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TsIA-5 (2)-Luna-Fernandez-et-al-2011.pdf).
- R., A. B. (2010). *Fundamentos de Microbiología de los Alimentos*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Badui D., S. (1993). *Química de los alimentos* (3era edición). México: Editorial Addison Wesley Longman
- Bidlingmeyer, B., A. (1992). *Practical HPLC methodology and applications*. New York: John Wiley and Sons, Inc. 1992. Pp. 25-35
- UNCTAD / GATT. (1986). *Aceite esenciales y Oleorresinas: Estudio de Distintos Productores y de Mercados Importantes*. Ginebra: Centro de Comercio Internacional, Pp.53.
- S, B. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson Educación.
- S, B. (2013). *Química de los alimentos (5ta edición)*. México: Pearson Educación.
- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica principios generales de los alimentos* (1era edición). España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Cámara Nacional Molinera de trigo (2016). *Panificación*. Consultado el 22 de Junio del 2017 de: [http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TsIA-\(2\)-Luna-Fernandez-et-al-2011.pdf](http://www.udlap.mx/WP/tsia/files/No5-Vol-2/TsIA-(2)-Luna-Fernandez-et-al-2011.pdf).
- Delarovera, W. (2010). *Nuevas tecnologías y conceptos*. Consultado el 15 de Abril de 2017 de: [http://fiabesa.com.br/CongressoExpoPesca\\_2009.pdf](http://fiabesa.com.br/CongressoExpoPesca_2009.pdf)
- FAO. (2009). *Conceptos Básicos de Evaluación Sensorial*. Consultado el 18 Abril de 2017 de: <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s09.htm>
- Gómez, D. (2009). *Manual Técnicas de laboratorio*. (1ª. Ed.) España: Universidad de Antioquia.

## 9. Anexos

### 9.1 Anexo A glosario

#### 9.1.1 Glosario de términos

- **Evaluación sensorial:** análisis de las propiedades sensoriales, quiere decir que es la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por los cinco sentidos. (Hernández, 2005).
- **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.
- **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.
- **Eugenol:** líquido oleoso de color amarillo pálido que se encuentra en el clavo de olor, nuez moscada y canela.
- **Extracto:** líquido viscoso obtenido por extracción de materia vegetal por medio de un solvente, que es a menudo etanol, agua o hexano.
- **Galleta:** 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.
- **Granulometría:** 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.
- **Harina:** materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias, entre otros. Se obtiene por molturación del trigo limpio.
- **Juez:** persona designada para formar parte del panel, quien determina la aceptabilidad de un alimento por medio de una prueba.

- **Lixiviación:** disolución preferente de uno o más componentes de una mezcla sólida por contacto con un disolvente líquido.
- **Oleoresina:** mezcla viscosa de aceite esencial, material resinoso y ácidos grasos, que se obtiene por tratamiento del material vegetal con solvente y su posterior concentración.
- **Patógeno:** microorganismo, que, de estar presente en un alimento, puede causar enfermedades al consumidor.
- **Propiedad organoléptica:** descripción de las características físicas que tiene un alimento, según son percibidas por las personas.
- **Prueba hedónica:** 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.
- **Saborizante:** sustancias que contienen los principios sávido 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.

## 9.2 Anexo B Análisis estadístico utilizado para este estudio de un solo factor, para probar o rechazar las hipótesis propuestas.

### 9.2.1 Compuestos químicos

Tabla 67. Análisis de contenido de Propilenglicol en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.

Sección de la planta	Media (%)	Desviación Estándar (%)	Varianza (%)
Corteza	55.3	± 7.76	60.2
Hojas	59.0	± 7.36	54.2

Fuente: Elaboración propia, en base a Anexo D (2017)

Tabla 68. Anova de Propilenglicol en función de la sección de la planta.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	35.0	1.00	34.9	0.611	0.457	5.32
Dentro de los grupos	458	8.00	57.2			
Total	493	9.00				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 60 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.4568 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.4568 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa entre el contenido de Propilenglicol en función de la sección de la planta. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 69. Análisis de contenido de Benzil Benzoato en la oleorresina de canela en función de la sección de la planta.

Sección de la planta	Media (%)	Desviación Estándar (%)	Varianza (%)
Corteza	0.470	± 0.0785	0.00617
Hojas	3.43	± 1.68	2.82

Fuente: Elaboración propia, en base a Anexo D (2017)

Tabla 70. Anova de Benzil Benzoato en función de la sección de la planta.

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedios de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	25.8	1.00	25.8	18.2	0.00270	5.32
Dentro de los grupos	11.3	8.00	1.41			
Total	37.1	9.00				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 62 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.0027 y ésta es menor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.0027 < \alpha=0.05$ ). Por lo que existe una diferencia significativa en el contenido de Benzil Benzoato en función de la sección de la planta. Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

### 9.2.2 Características Organolépticas

Tabla 71. Análisis para la característica de color en función de la muestra de galleta.

<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Varianza</b>
A (Oleoresina de corteza)	7.66	$\pm 1.21$	1.45
B (Oleoresina de hojas)	8.02	$\pm 1.06$	1.12

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)



Tabla 72. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de color.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3.24	1.00	3.24	2.52	0.116	3.94
Dentro de los grupos	124	98.0	1.29			
Total	129	99.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.1159 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.1159 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa en el puntaje sobre la característica del color entre ambas muestras. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 73. Análisis para la característica de textura en función de la muestra de galleta.

Muestra	Media	Desviación Estándar	Varianza
A (Oleorresina de corteza)	7.52	$\pm 1.45$	2.09
B (Oleorresina de hojas)	7.02	$\pm 1.73$	2.99

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Tabla 74. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de textura.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedios de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	6.25	1.00	6.25	2.46	0.120	3.94
Dentro de los grupos	250	98.0	2.55			
Total	256	99.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.1204 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.1204 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa en el puntaje sobre la característica de textura entre ambas muestras. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

Tabla 75. Análisis para la característica de dureza en función de la muestra de galleta.

<b>Muestra</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Varianza</b>
A (Oleorresina de corteza)	7.42	$\pm 1.70$	2.90
B (Oleorresina de hojas)	7.30	$\pm 1.83$	3.36

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Tabla 76. Anova para los datos de prueba hedónica de galletas a base de harina de arroz para la característica de dureza.

<b>Origen de las variaciones</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Promedios de los cuadrados</b>	<b>F</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Valor crítico para F</b>
Entre grupos	70.6	1.00	70.6	0.809	0.370	3.94
Dentro de los grupos	8550	98.0	87.3			
Total	8621	99.0				

Fuente: Elaboración propia, en base a tabla 31 (2017)

Se utilizó un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05. La probabilidad obtenida fue de 0.3707 y ésta es mayor que el nivel de significancia utilizado ( $P= 0.3707 > \alpha=0.05$ ). Por lo que no existe una diferencia significativa en el puntaje sobre la característica de dureza entre ambas muestras. Por lo que se acepta la hipótesis nula.

### 9.3 Anexo B Costos de materia prima y materiales para extracción de oleorresina de canela.

Tabla 77. Costos directos para oleorresina de corteza del árbol de canela.

<b>Materia prima o material</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo de materia prima o material utilizado</b>
Corteza del árbol de canela	40.0g	Q50.00 por libra	0.110 Q/g	Q4.40
Alcohol etílico grado alimenticio	320 ml	Q42.0 por galón	0.0110 Q/ml	Q3.55
Papel filtro	1/6 pliego	Q521 por paquete	1.04 por pliego	Q0.173
Total por 5.81ml (promedio) de oleorresina de canela				Q8.12
Costo por mililitro de oleorresina de canela extraída de la corteza				<u>Q1.40</u> <i>mililitro de oleorresina</i>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 78. Costos directos para oleorresina de hojas del árbol de canela.

<b>Materia prima o material</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo de materia prima o material utilizado</b>
Hojas de árbol de canela	40.0g	Q25.0 por libra y media	0.0367 Q/g	Q1.47
Alcohol etílico grado alimenticio	320 ml	Q42.0 por galón	0.0110 Q/ml	Q3.55
Papel filtro	1/6 pliego	Q521 por paquete	1.04 Q/pliego	Q0.173
Total por 4.50ml (promedio) de oleorresina de canela				Q5.19
Costo por mililitro de oleorresina de canela extraída de hojas				<u>Q1.15</u> <i>mililitro de oleorresina</i>

Fuente: Elaboración propia (2017)

\*Los gastos indirectos de fabricación no se tomaron en cuenta ya que no se cuenta con un aproximado exacto del gasto de los mismo. \*\*Los costos de materia prima directa pueden reducir al hacer compras al por mayor y las presentaciones de compra, a mayor volumen de compra menores costos y mayor ahorro.

Tabla 79. Costos directos para oleorresina de corteza con recuperación de solvente.

<b>Materia prima o material</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo de materia prima o material utilizado</b>
Corteza del árbol de canela	40.0g	Q50.00 por libra	0.110 Q/g	Q4.40
Alcohol etílico grado alimenticio	320 ml	Q42.0 por galón	0.00310 Q/ml	Q0.993
Papel filtro	1/6 pliego	Q521 por paquete	1.04 por pliego	Q0.173
Total por 5.81ml (promedio) de oleorresina de canela				Q8.12
Costo por mililitro de oleorresina de canela extraída de la corteza				<u>Q1.40</u> <i>mililitro de oleorresina</i>

Fuente: Elaboración propia (2017)

Tabla 80. Costos directos para oleorresina de hojas con recuperación de solvente.

<b>Materia prima o material</b>	<b>Consumo</b>	<b>Precio</b>	<b>Costo</b>	<b>Costo de materia prima o material utilizado</b>
Hojas de árbol de canela	40.0g	Q25.0 por libra y media	0.0367 Q/g	Q1.47
Alcohol etílico grado alimenticio	320 ml	Q42.0 por galón	0.00310 Q/ml	Q0.993
Papel filtro	1/6 pliego	Q521 por paquete	1.04 Q/pliego	Q0.173
Total por 4.50ml (promedio) de oleorresina de canela				Q2.64
Costo por mililitro de oleorresina de canela extraída de hojas				<u>Q0.585</u> <i>mililitro de oleorresina</i>

Fuente: Elaboración propia (2017)

\*Los gastos indirectos de fabricación no se tomaron en cuenta ya que no se cuenta con un aproximado exacto del gasto de los mismo. \*\*Los costos de materia prima directa pueden reducir al hacer compras al por mayor y las presentaciones de compra, a mayor volumen de compra menores costos y mayor ahorro.

## 9.4 Anexo C Balance de masa de galleta con oleorresina de canela

Diagrama 12. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra A).

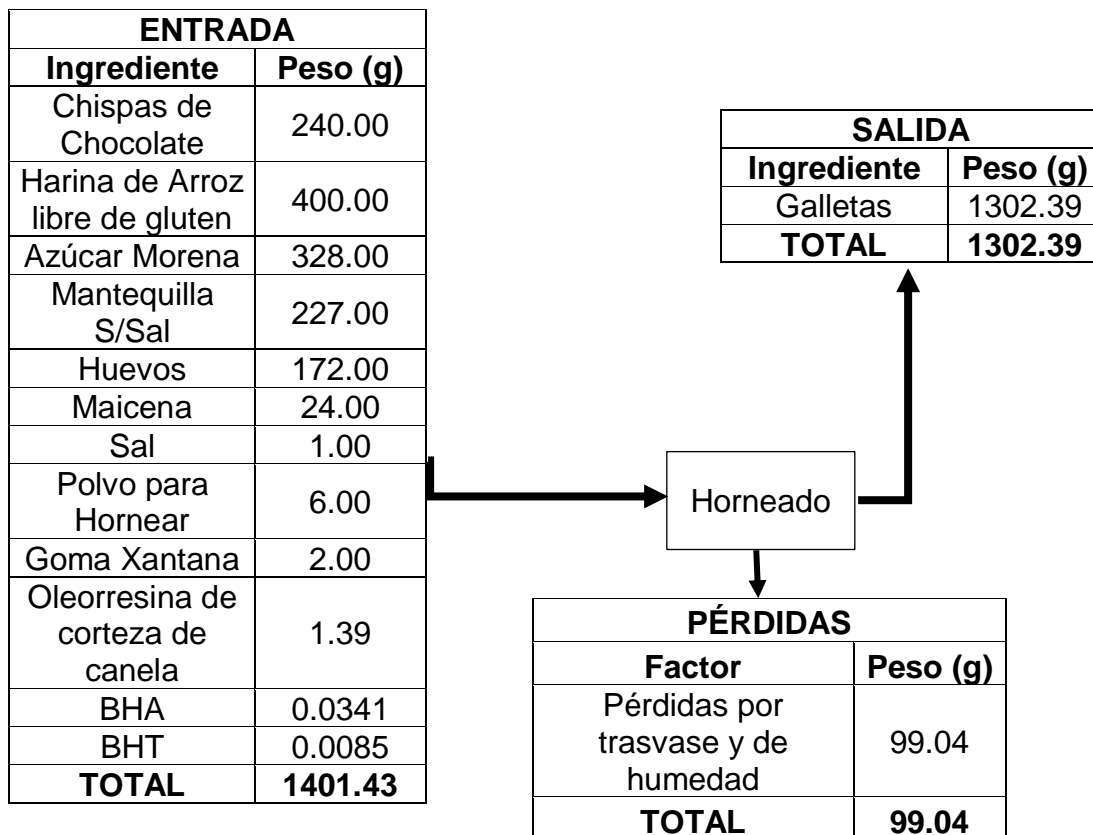
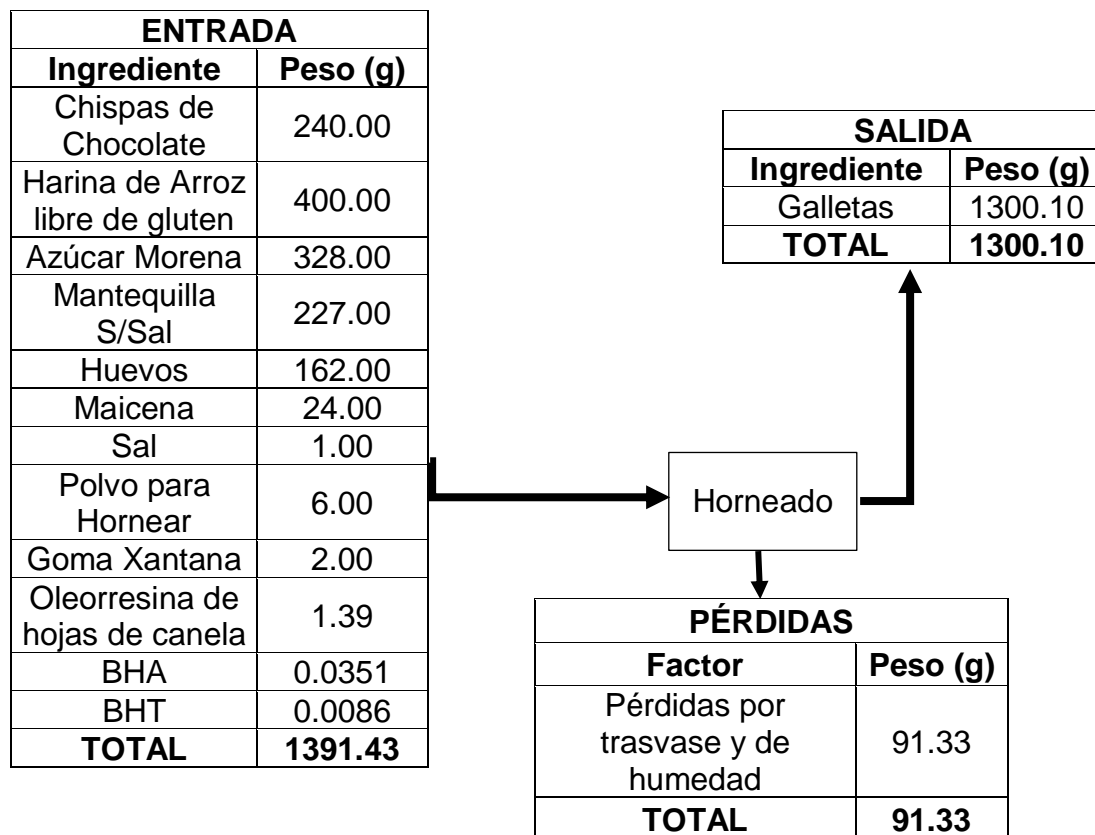


Diagrama 13. Balance de masa de galleta con oleorresina de canela (Muestra B).



## 9.5 Anexo D Cromatogramas de oleorresina de corteza y de hojas de canela en función de la sección de la planta utilizada.

Figura 7. Cromatograma, extracción de oleorresina de corteza, corrida 1.

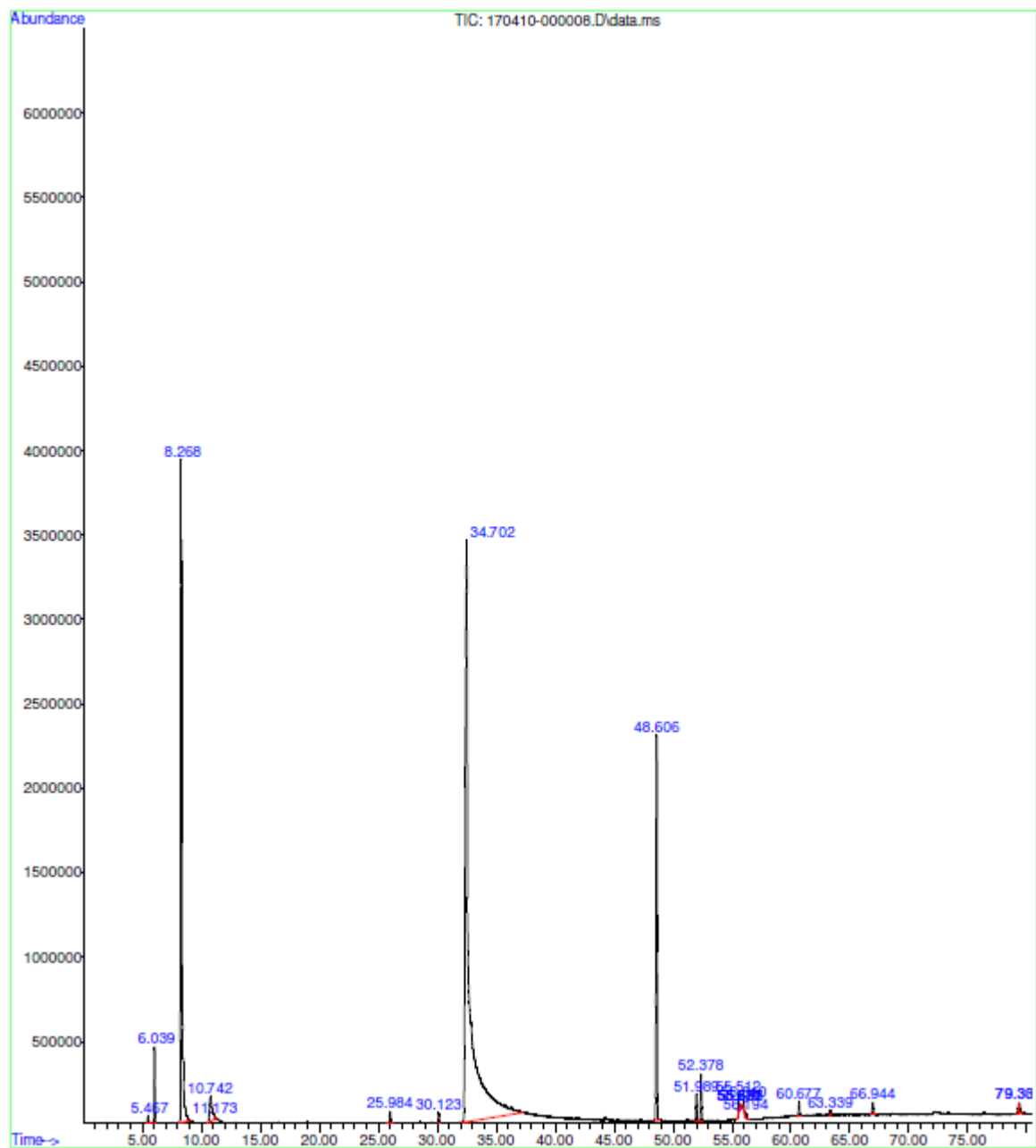


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000008.D  
 Title :  
 Acq On : 10 Apr 2017 20:37  
 Operator : AdeM  
 Sample : Corteza 1  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.468	0.12	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide	83	010024-97-2	5
			Nitrous Oxide	82	010024-97-2	5
			Carbon dioxide	80	000124-38-9	4
2	6.037	0.72	C:\Database\NIST05a.L Heptane	3886	000142-82-5	95
			Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane	3887	000142-82-5	91
3	8.266	23.97	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
4	10.740	1.64	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
5	11.172	0.02	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007664-41-7	3
			Water	7	007732-18-5	1
6	25.983	0.30	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid	256	000064-19-7	91
			Acetic acid	258	000064-19-7	91
			Acetic acid	254	000064-19-7	91
7	30.122	0.20	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	107591	007149-26-0	58
8	34.703	60.20	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			R-(-)-1,2-propanediol	926	004254-14-2	87
9	48.608	9.15	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)-	14060	014371-10-9	97
			2-Propenal, 3-phenyl-	14064	000104-55-2	96
			2-Propenal, 3-phenyl-	14070	000104-55-2	96
10	51.987	0.53	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40118	000103-54-8	96
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40120	000103-54-8	96
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate, (E)-	40144	021040-45-9	93
11	52.379	0.97	C:\Database\NIST05a.L 3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	98
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)-	31883	005932-68-3	97
12	55.513	0.46	C:\Database\NIST05a.L			



LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000008.D  
 Title :  
 Acq On : 10 Apr 2017 20:37  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 1  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 8 Sample Multiplier: 1

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			2-Methylbenzyl cyanide	13560	022364-68-7	47
			1H-Inden-2-ol, 2,3-dihydro-1-methoxy-	31874	071720-52-0	37
			Thiourea, ethyl-	4541	000625-53-6	35
13	55.631	0.05	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Methylbenzyl cyanide	13561	022364-68-7	43
			2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-phenyl-	49265	000086-34-0	35
			Butanedioic acid, phenyl-	52252	000635-51-8	35
14	55.672	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-phenyl-	49268	000086-34-0	35
			2-Methylbenzyl cyanide	13555	022364-68-7	32
			Styrene	4750	000100-42-5	27
15	55.690	0.02	C:\Database\NIST05a.L			
			2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-phenyl-	49268	000086-34-0	35
			2-Amino-5-methyl-5-phenyl-2-oxazolone	49615	051038-39-2	35
			Butanedioic acid, phenyl-	52252	000635-51-8	27
16	55.735	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Inden-2-ol, 2,3-dihydro-1-methoxy-	31874	071720-52-0	37
			2,5-Pyrrolidinedione, 3-phenyl-	39635	003464-18-4	27
			2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-phenyl-	49265	000086-34-0	27
17	56.008	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Methylbenzyl cyanide	13561	022364-68-7	43
			2-Amino-5-methyl-5-phenyl-2-oxazolone	49615	051038-39-2	38
			2-Methylbenzyl cyanide	13555	022364-68-7	37
18	56.195	0.13	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14804	000104-54-1	93
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14810	000104-54-1	62
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-	14811	000104-54-1	60
19	60.675	0.33	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30542	001504-74-1	96
			2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30545	001504-74-1	95
			2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester, (E)-	30607	001754-62-7	45
20	63.341	0.08	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)-	52464	005627-88-9	68
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	58
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100938	017455-13-9	49
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	93
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	70
22	79.338	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	95
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	86
23	79.361	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			n-Hexadecanoic acid	96233	000057-10-3	96
			n-Hexadecanoic acid	96235	000057-10-3	96
			n-Hexadecanoic acid	96234	000057-10-3	95

Figura 8. Cromatograma, extracción de oleorresina de corteza, corrida 2.

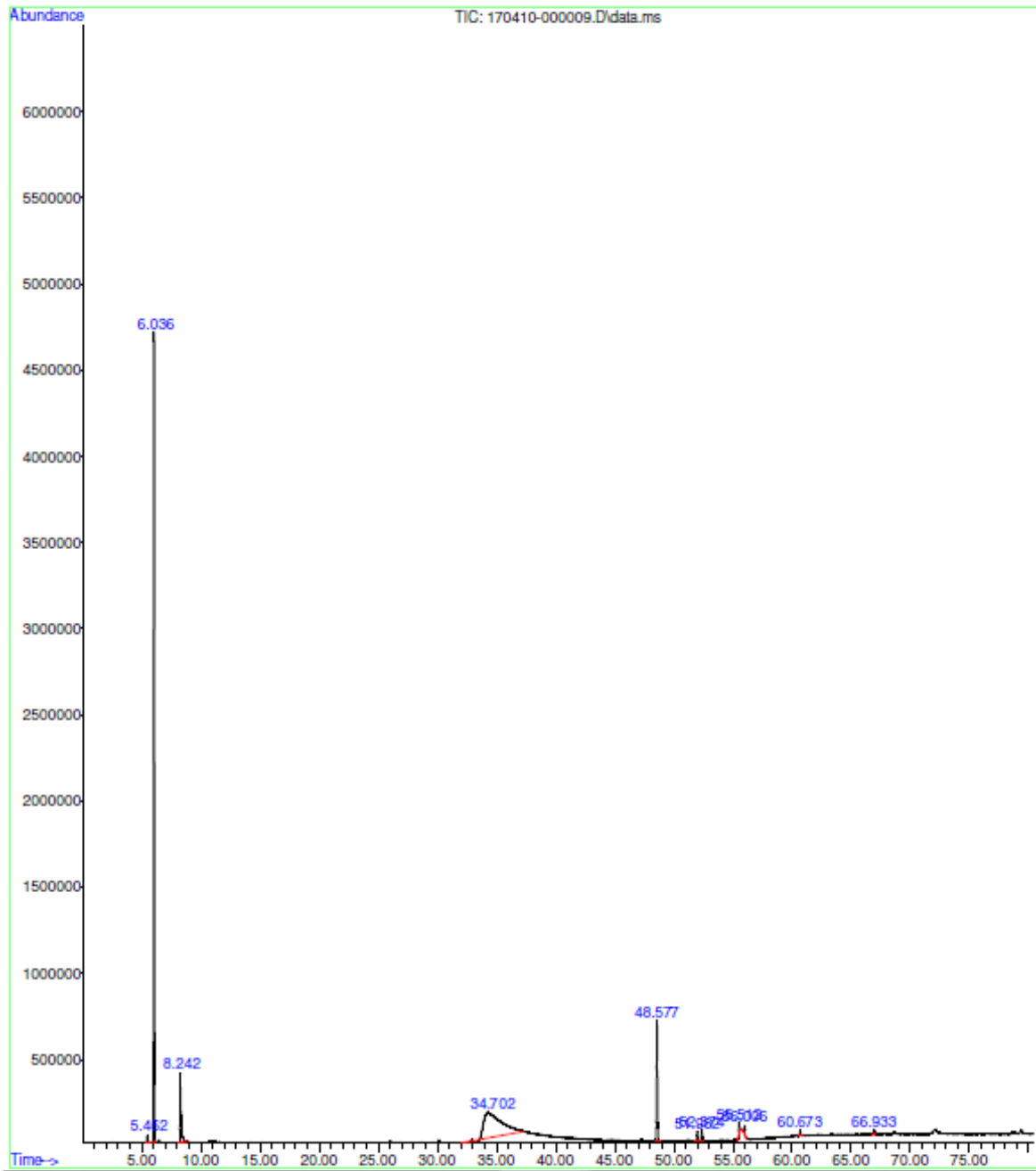


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000009.D  
 Title :  
 Acq On : 10 Apr 2017 22:04  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 2  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 9 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.464	0.43	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyna, fluoro-	76	002713-09-9	3
			Ethyna, fluoro- Nitrous Oxide	75 83	002713-09-9 010024-97-2	3 2
2	6.037	35.85	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane Heptane	3886 3887	000142-82-5 000142-82-5	95 91
3	8.243	7.53	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol Ethyl alcohol	94 93	000064-17-5 000064-17-5	91 37
4	34.703	41.57	C:\Database\NIST05a.L			
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			Propylene Glycol R-(-)-1,2-propanediol	916 926	000057-55-6 004254-14-2	91 87
5	48.576	10.66	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propenal, 3-phenyl-	14064	000104-55-2	98
			2-Propenal, 3-phenyl- Cinnamaldehyde, (E)-	14070 14062	000104-55-2 014371-10-9	97 97
6	51.983	0.78	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40118	000103-54-8	96
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40120	000103-54-8	94
			2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate, (E)-	40144	021040-45-9	86
7	52.374	0.87	C:\Database\NIST05a.L			
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)- Eugenol	31883 31715	005932-68-3 000097-53-0	97 97
8	55.513	0.55	C:\Database\NIST05a.L			
			2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-p henyl-	49258	000086-34-0	35
			Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-2, 3-dimethyl- Benzene, (3-methylcyclopentyl)-	29602 29537	021564-92-1 005078-75-1	35 32
9	56.004	0.81	C:\Database\NIST05a.L			
			1H-Inden-2-ol, 2,3-dihydro-1-metho xy-, cis-	31904	056175-44-1	37
			2-Methylbenzyl cyanide 2-Methylbenzyl cyanide	13555 13561	022364-68-7 022364-68-7	32 32
10	60.671	0.45	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methy l ester, (E)-	30607	001754-62-7	80
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100938	017455-13-9	45
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100940	017455-13-9	43
11	66.934	0.50	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	90
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane Cyclohexyl-15-crown-5	100938 107985	017455-13-9 017454-48-7	76 59

Figura 9. Cromatograma, extracción de oleorresina de corteza, corrida 3.

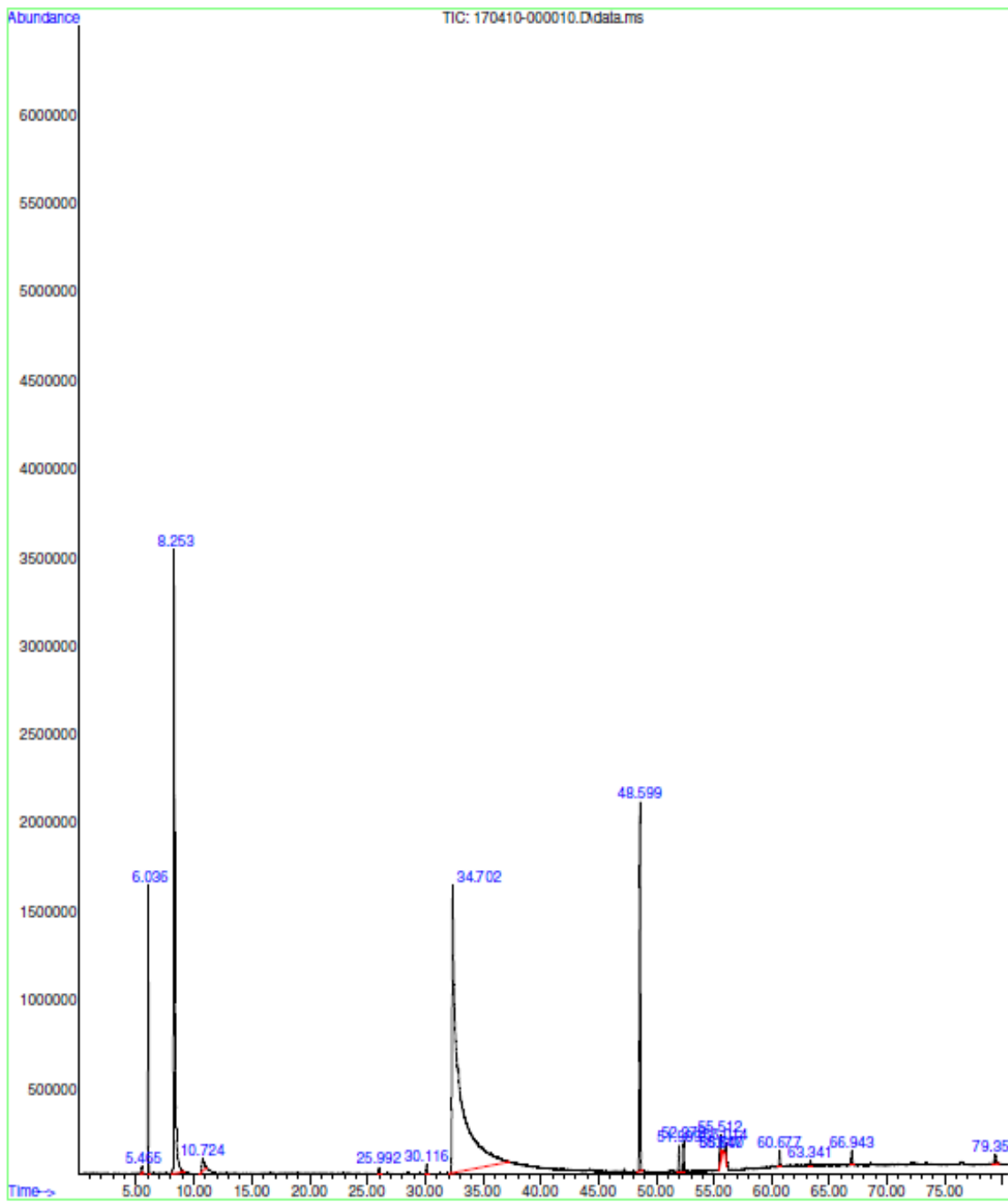


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000010.D  
 Title :  
 Acq On : 10 Apr 2017 23:31  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 3  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 10 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	5.464	0.14	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide Nitrous Oxide Carbon dioxide	83 82 80	010024-97-2 010024-97-2 000124-38-9	5 5 4
2	6.037	3.31	C:\Database\NIST05a.L Heptane Heptane Heptane	3886 3885 3884	000142-82-5 000142-82-5 000142-82-5	95 95 91
3	8.252	23.06	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 90
4	10.722	0.85	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
5	25.992	0.17	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid Acetic acid Acetic acid	258 255 254	000064-19-7 000064-19-7 000064-19-7	91 90 87
6	30.117	0.21	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, 2-aminobenzoate	25643 25636 107591	000078-70-6 000078-70-6 007149-26-0	86 80 46
7	34.703	57.83	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol Propylene Glycol Propylene Glycol	916 915 917	000057-55-6 000057-55-6 000057-55-6	91 91 90
8	48.599	10.09	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl- Cinnamaldehyde, (E)-	14060 14070 14062	014371-10-9 000104-55-2 014371-10-9	97 97 96
9	51.987	0.63	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, (E)-	40118 40120 40144	000103-54-8 000103-54-8 021040-45-9	96 93 90
10	52.379	0.74	C:\Database\NIST05a.L Eugenol Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)- 3-Allyl-6-methoxyphenol	31714 31883 31757	000097-53-0 005932-68-3 000501-19-9	98 97 97
11	55.513	0.81	C:\Database\NIST05a.L 2-Methylbenzyl cyanide Thiourea, ethyl- 2,5-Pyrrolidinedione, 3-phenyl-	13561 4541 39635	022364-68-7 000625-53-6 003464-18-4	37 35 32

Figura 10. Cromatograma, extracción de oleorresina de corteza, corrida 4.

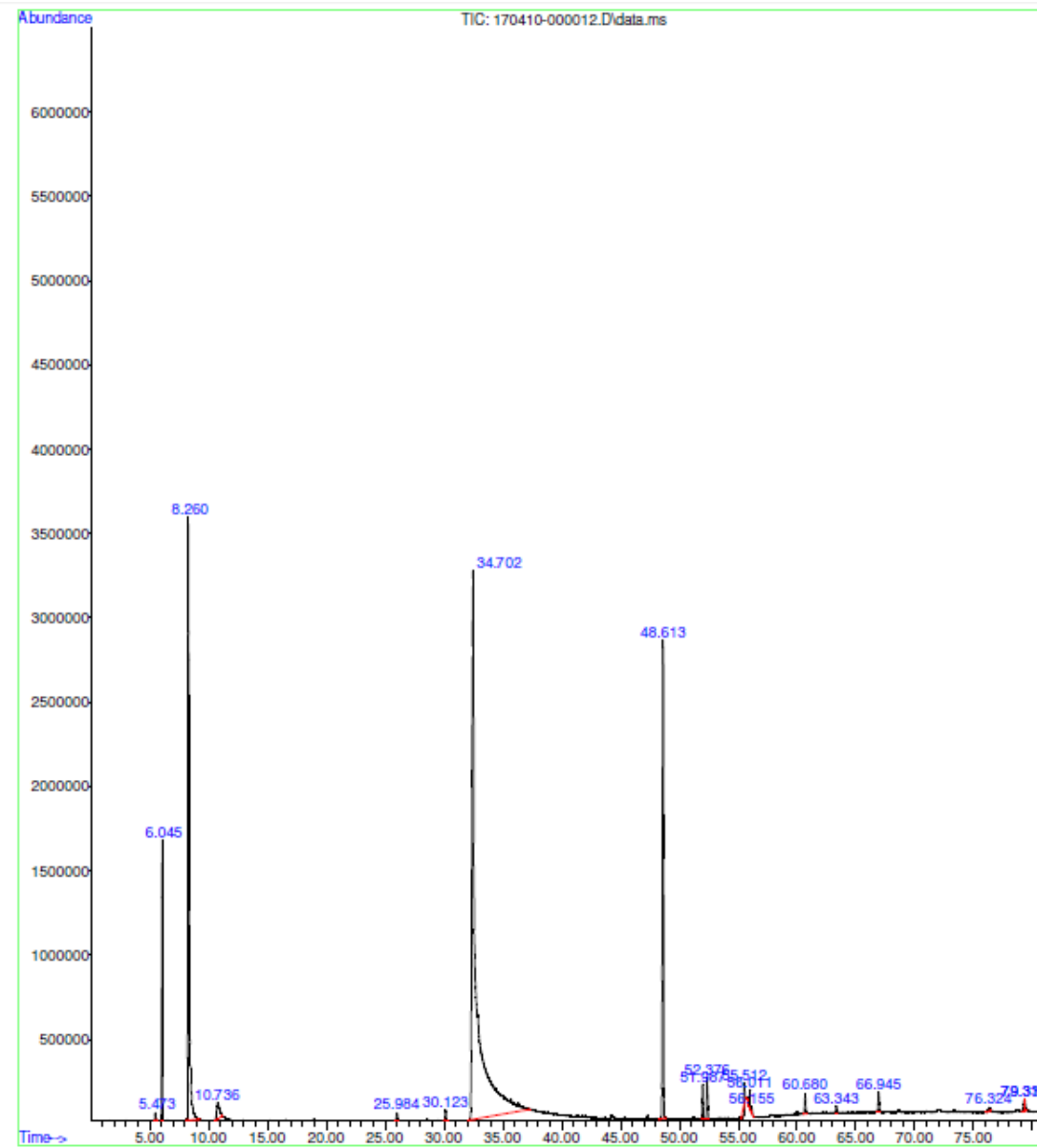


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000011.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 00:57  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 4  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 11 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	5.464	0.12	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide Nitrous Oxide Carbon dioxide	83 82 80	010024-97-2 010024-97-2 000124-38-9	5 5 4
2	6.037	1.13	C:\Database\NIST05a.L Heptane Heptane Heptane	3886 3885 3887	000142-82-5 000142-82-5 000142-82-5	96 95 91
3	8.252	25.30	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 91
4	10.736	1.65	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
5	25.983	0.20	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid Acetic acid Acetic acid	254 255 256	000064-19-7 000064-19-7 000064-19-7	91 91 90
6	30.122	0.20	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadecan-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadecan-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexanyl but yrate	25636 25643 74331	000078-70-6 000078-70-6 000078-36-4	86 86 46
7	34.702	57.46	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol Propylene Glycol Propylene Glycol	916 915 917	000057-55-6 000057-55-6 000057-55-6	91 91 91
8	48.603	9.91	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl- 2-Propenal, 3-phenyl-	14060 14064 14070	014371-10-9 000104-55-2 000104-55-2	97 96 96
9	51.987	0.61	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, (E)-	40118 40120 40144	000103-54-8 000103-54-8 021040-45-9	96 96 90
10	52.378	0.72	C:\Database\NIST05a.L Eugenol Eugenol Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31714 31716 31881	000097-53-0 000097-53-0 005912-86-7	98 98 97
11	55.512	0.59	C:\Database\NIST05a.L 2-Methylbenzyl cyanide 2,5-Pyrrolidinedione, 3-phenyl- 3(2H)-Furanone, dihydro-2,2-dimeth yl-5-phenyl-	13561 39635 49861	022364-68-7 003464-18-4 063678-00-2	43 38 38

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000011.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 00:57  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 4  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 11 Sample Multiplier: 1

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

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

c#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
12	55.644	0.05	C:\Database\NIST05a.L 2-Methylbenzyl cyanide	13561	022364-68-7	43
			Butanedioic acid, phenyl-	52252	000635-51-8	35
			Thiourea, ethyl-	4541	000625-53-6	35
13	55.667	0.06	C:\Database\NIST05a.L 2-Amino-5-methyl-5-phenyl-2-oxazol in-4-one	49615	051038-39-2	38
			Butanedioic acid, phenyl-	52252	000635-51-8	35
			3(2H)-Furanone, dihydro-2,2-dimeth yl-5-phenyl-	49861	063678-00-2	27
14	55.717	0.01	C:\Database\NIST05a.L 2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-p henyl-	49267	000086-34-0	41
			Naphthalene, 2-ethyl-1,2,3,4-tetra hydro-	29574	032367-54-7	38
			2-Methylbenzyl cyanide	13555	022364-68-7	37
15	55.744	0.00	C:\Database\NIST05a.L 2-Methylbenzyl cyanide	13560	022364-68-7	38
			2-Propanoic acid, 3-phenyl-, 2-phe nylethyl ester	93484	000103-53-7	37
			Thiourea, ethyl-	4541	000625-53-6	35
16	56.013	0.32	C:\Database\NIST05a.L 2,5-Pyrrolidinedione, 1-methyl-3-p henyl-	49267	000086-34-0	43
			1H-Inden-2-ol, 2,3-dihydro-1-metho xy-	31874	071720-52-0	37
			2-Methylbenzyl cyanide	13555	022364-68-7	37
17	56.167	0.13	C:\Database\NIST05a.L 2-Propan-1-ol, 3-phenyl-	14804	000104-54-1	93
			2-Propan-1-ol, 3-phenyl-	14810	000104-54-1	90
			Benzeneopropanal	14788	000104-53-0	53
18	60.680	0.40	C:\Database\NIST05a.L 2-Propanal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30542	001504-74-1	96
			2-Propanal, 3-(2-methoxyphenyl)-	30545	001504-74-1	90
			p-Vinylbenzohydrazide	31274	1000244-74-9	47
19	63.341	0.15	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propeny l)-	52459	006627-88-9	78
			Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propeny l)-	52464	006627-88-9	52
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadec ane	100940	017455-13-9	43
20	66.939	0.49	C:\Database\NIST05a.L Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	89
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	83
21	79.334	0.51	C:\Database\NIST05a.L			



Figura 11. Cromatograma, extracción de oleorresina de corteza, corrida 5.

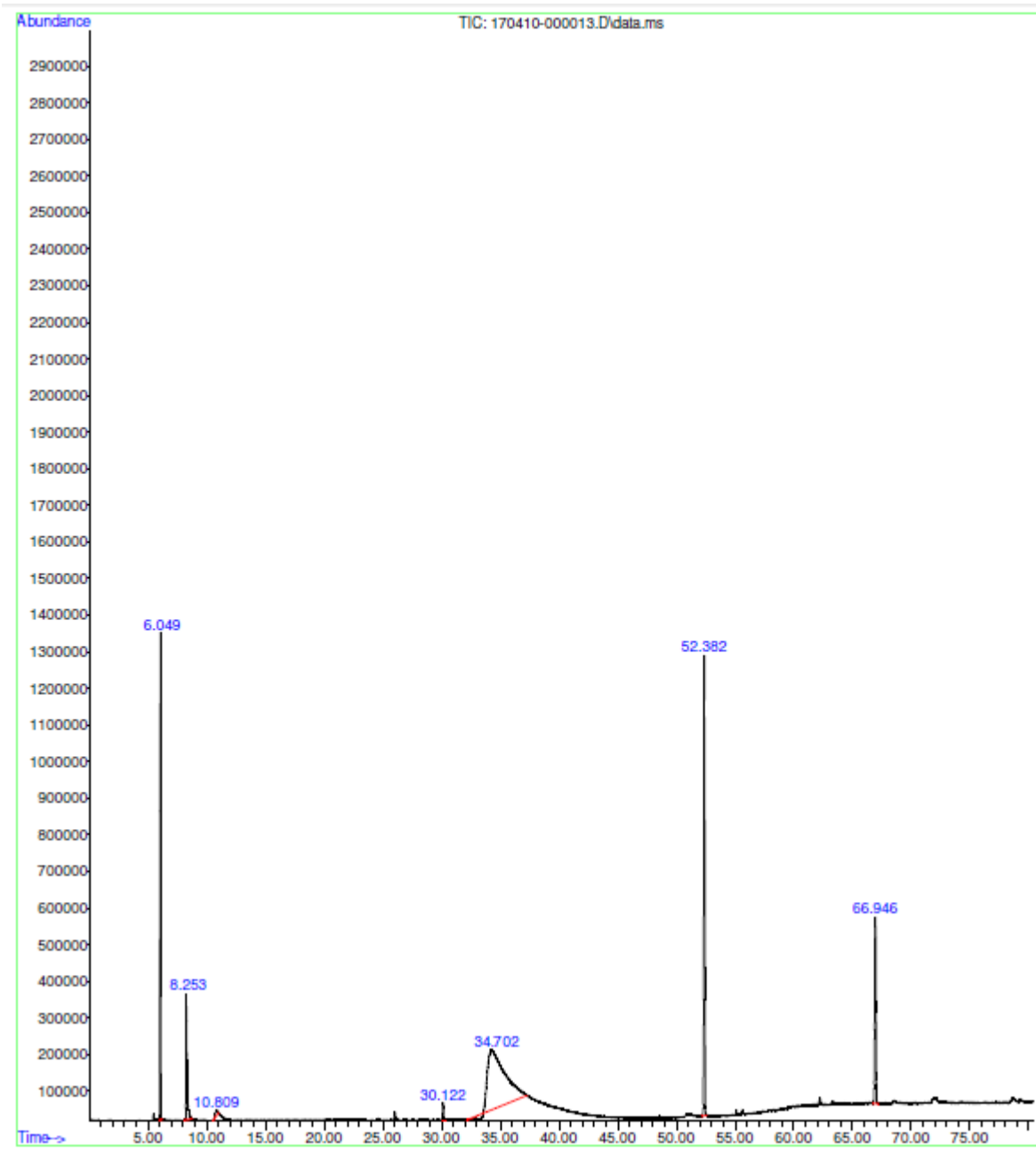


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000012.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 2:25  
 Operator : Adem  
 Sample : Cortaza 5  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 12 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	5.473	0.13	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide Nitrous Oxide Carbon dioxide	83 82 80	010024-97-2 010024-97-2 000124-38-9	5 5 4
2	6.046	2.78	C:\Database\NIST05a.L Heptane Heptane Heptane	3886 3885 3884	000142-82-5 000142-82-5 000142-82-5	95 95 91
3	8.261	20.38	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol Ethyl alcohol Ethyl alcohol	95 94 93	000064-17-5 000064-17-5 000064-17-5	91 91 91
4	10.736	1.15	C:\Database\NIST05a.L Ammonia Water	6 7	007664-41-7 007732-18-5	2 1
5	25.983	0.19	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid Acetic acid Acetic acid	255 256 254	000064-19-7 000064-19-7 000064-19-7	91 90 87
6	30.122	0.22	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- 1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl but yrate	25643 25636 74331	000078-70-6 000078-70-6 000078-36-4	87 80 46
7	34.703	59.45	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol Propylene Glycol R-(-)-1,2-propanediol	916 915 926	000057-55-6 000057-55-6 004254-14-2	91 86 86
8	48.612	11.67	C:\Database\NIST05a.L Cinnamaldehyde, (E)- 2-Propenal, 3-phenyl- 2-Propenal, 3-phenyl-	14060 14070 14064	014371-10-9 000104-55-2 000104-55-2	97 97 96
9	51.987	0.69	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate, (E)- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	40118 40144 40121	000103-54-8 021040-45-9 000103-54-8	96 90 81
10	52.379	0.85	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-3-(2-propenyl)- 3-Allyl-6-methoxyphenol Eugenol	31835 31757 31714	001941-12-4 000501-19-9 000097-53-0	98 98 98
11	55.513	0.03	C:\Database\NIST05a.L 2-Methylbenzyl cyanide Thiourea, ethyl- Acetic acid, methoxy-, 2-phenyleth yl ester	13561 4541 52486	022364-68-7 000625-53-6 084682-19-9	37 35 27

L1QA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000012.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 2:25  
 Operator : AdaM  
 Sample : Corteza 5  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 12 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
12	56.013	0.49	C:\Database\NIST05a.L 1H-Inden-2-ol, 2,3-dihydro-1-methoxy- Thiourea, ethyl- 4-Chloro-L-proline	31874 4541 22501	071720-52-0 000625-53-6 1000132-55-5	37 35 27
13	56.154	0.14	C:\Database\NIST05a.L 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- 2-Propen-1-ol, 3-phenyl- Benzanepropanal	14804 14810 14790	000104-54-1 000104-54-1 000104-53-0	90 72 60
14	60.680	0.46	C:\Database\NIST05a.L 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- 2-Propenal, 3-(2-methoxyphenyl)- p-Vinylbenzohydrazide	30542 30545 31274	001504-74-1 001504-74-1 1000244-74-9	96 95 43
15	63.341	0.16	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)- Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)- 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	52464 52459 100938	006627-88-9 006627-88-9 017455-13-9	81 74 49
16	66.943	0.55	C:\Database\NIST05a.L Benzyl Benzoate Benzyl Benzoate Benzyl Benzoate	65862 65860 65863	000120-51-4 000120-51-4 000120-51-4	96 95 86
17	76.323	0.16	C:\Database\NIST05a.L 1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane (Z)-Cinnamic acid 2-Propenoic acid, 3-phenyl-	100938 22312 22334	017455-13-9 000102-94-3 000621-82-9	55 49 49
18	79.311	0.23	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid	96235 96234 96233	000057-10-3 000057-10-3 000057-10-3	97 95 45
19	79.338	0.27	C:\Database\NIST05a.L n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid n-Hexadecanoic acid	96235 96234 96233	000057-10-3 000057-10-3 000057-10-3	96 95 94

Figura 12. Cromatograma, extracción de oleorresina de hojas, corrida 1.

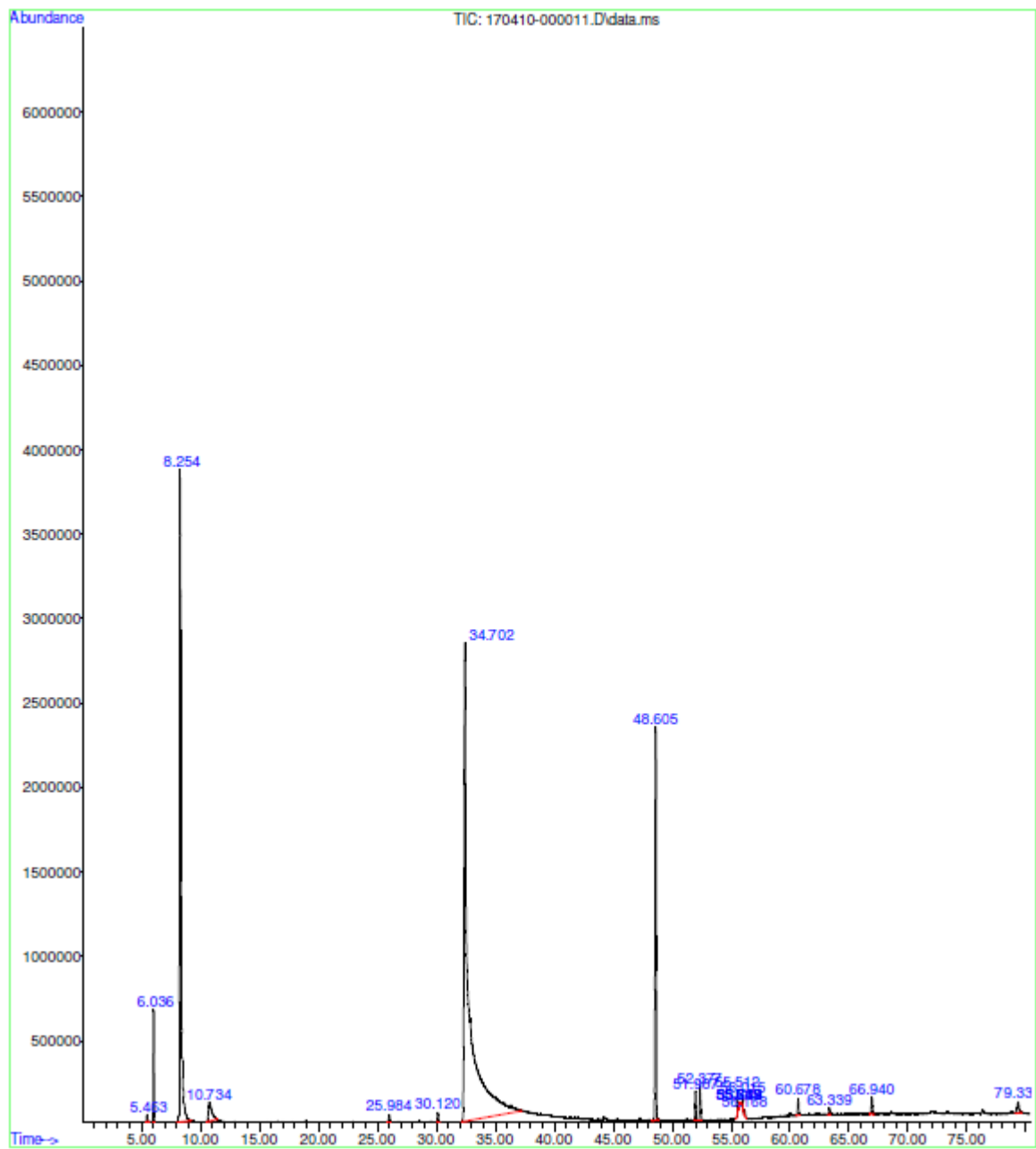


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170410-000013.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 3:53  
 Operator : AdeM  
 Sample : Hoja 1  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 13 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	6.051	9.92	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptane	3886	000142-82-5	95
			Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane	3884	000142-82-5	91
2	8.252	7.26	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	59
3	10.808	0.67	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
4	30.122	0.69	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	80
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	50
			1,5-Dimethyl-1-vinyl-4-hexenyl butyrate	74331	000078-36-4	46
5	34.702	50.95	C:\Database\NIST05a.L			
			Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	917	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	90
6	52.383	19.63	C:\Database\NIST05a.L			
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	98
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (E)-	31883	005932-68-3	97
7	66.948	10.87	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

Figura 13. Cromatograma, extracción de oleorresina de hojas, corrida 2.

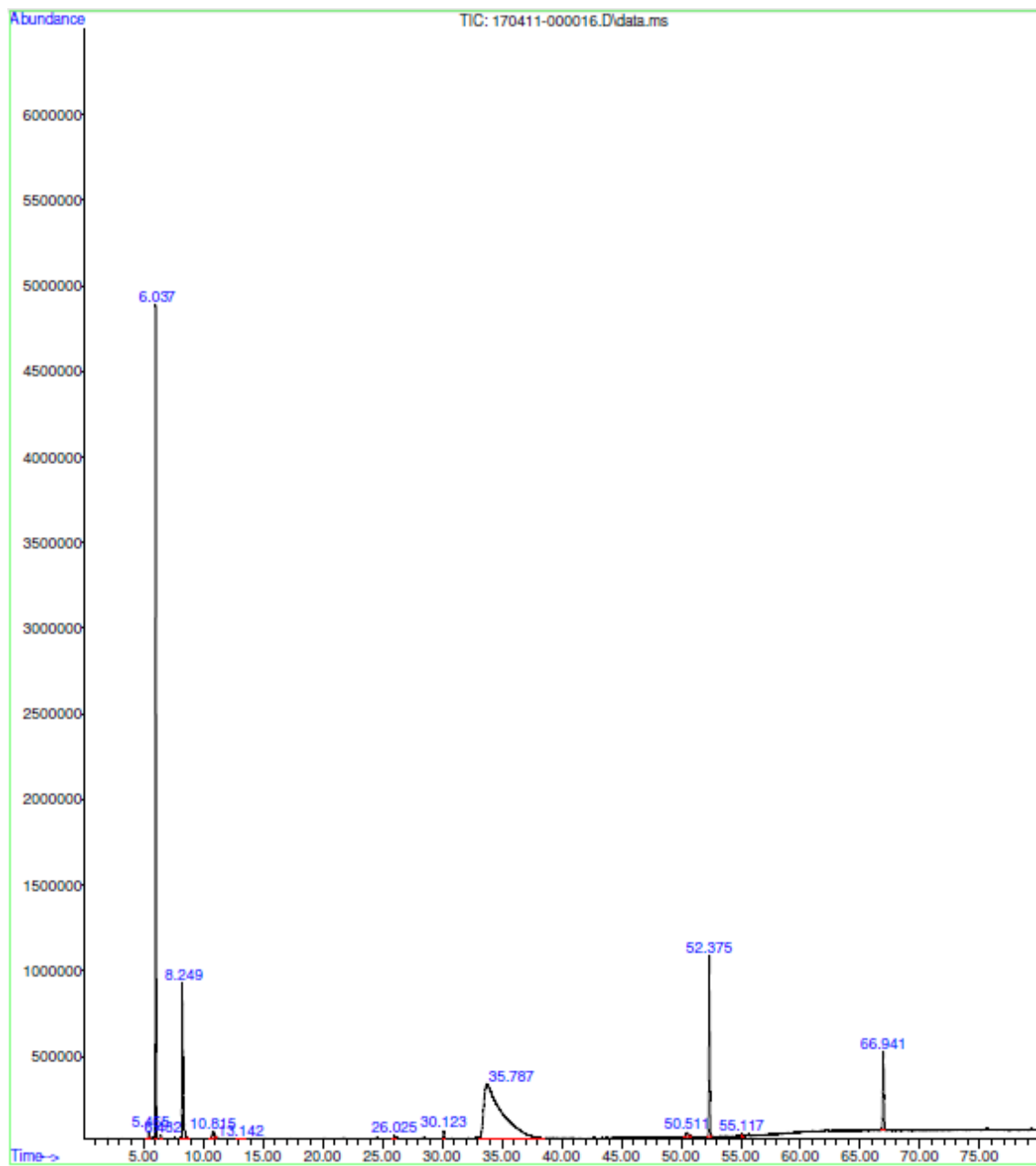


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000016.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 9:28  
 Operator : AdaM  
 Sample : Hoja 2  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 14 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.464	0.24	C:\Database\NIST05a.L Carbon dioxide	80	000124-38-9	4
			Nitrous Oxide	83	010024-97-2	3
			Carbon dioxide	81	000124-38-9	3
2	6.037	22.29	C:\Database\NIST05a.L Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane	3886	000142-82-5	95
			Heptane	3887	000142-82-5	91
3	6.483	0.08	C:\Database\NIST05a.L Cyclopentane, 1,2-dimethyl-, cis-	3340	001192-18-3	93
			Cyclopentane, 1,2-dimethyl-, cis-	3339	001192-18-3	90
			Cyclopentane, 1,2-dimethyl-	3322	002452-99-5	76
4	8.247	10.00	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	25
5	10.813	0.92	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007664-41-7	3
			Water	7	007732-18-5	1
6	13.142	0.01	C:\Database\NIST05a.L Dimethylamine	86	000124-40-3	4
			Dimethylamine	88	000124-40-3	4
			Formamide	89	000075-12-7	2
7	26.024	0.20	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid	258	000064-19-7	86
			Acetic acid	254	000064-19-7	80
			Acetic acid	255	000064-19-7	78
8	30.122	0.31	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	90
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	64
9	35.789	52.25	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	917	000057-55-6	91
10	50.513	0.47	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dihydroxyacetone dimer	43364	062147-49-3	72
			1-Propanol	282	000071-23-8	33
			2-Propanone, 1,3-dihydroxy-	2218	000096-26-4	32
11	52.374	8.32	C:\Database\NIST05a.L Eugenol	31714	000097-53-0	98
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	97
			Eugenol	31716	000097-53-0	97
12	55.117	0.10	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, Eugenol	61148	000093-28-7	83
			Eugenol	31717	000097-53-0	72
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61150	000093-28-7	49
13	66.943	4.81	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

Figura 14. Cromatograma, extracción de oleorresina de hojas, corrida 3.

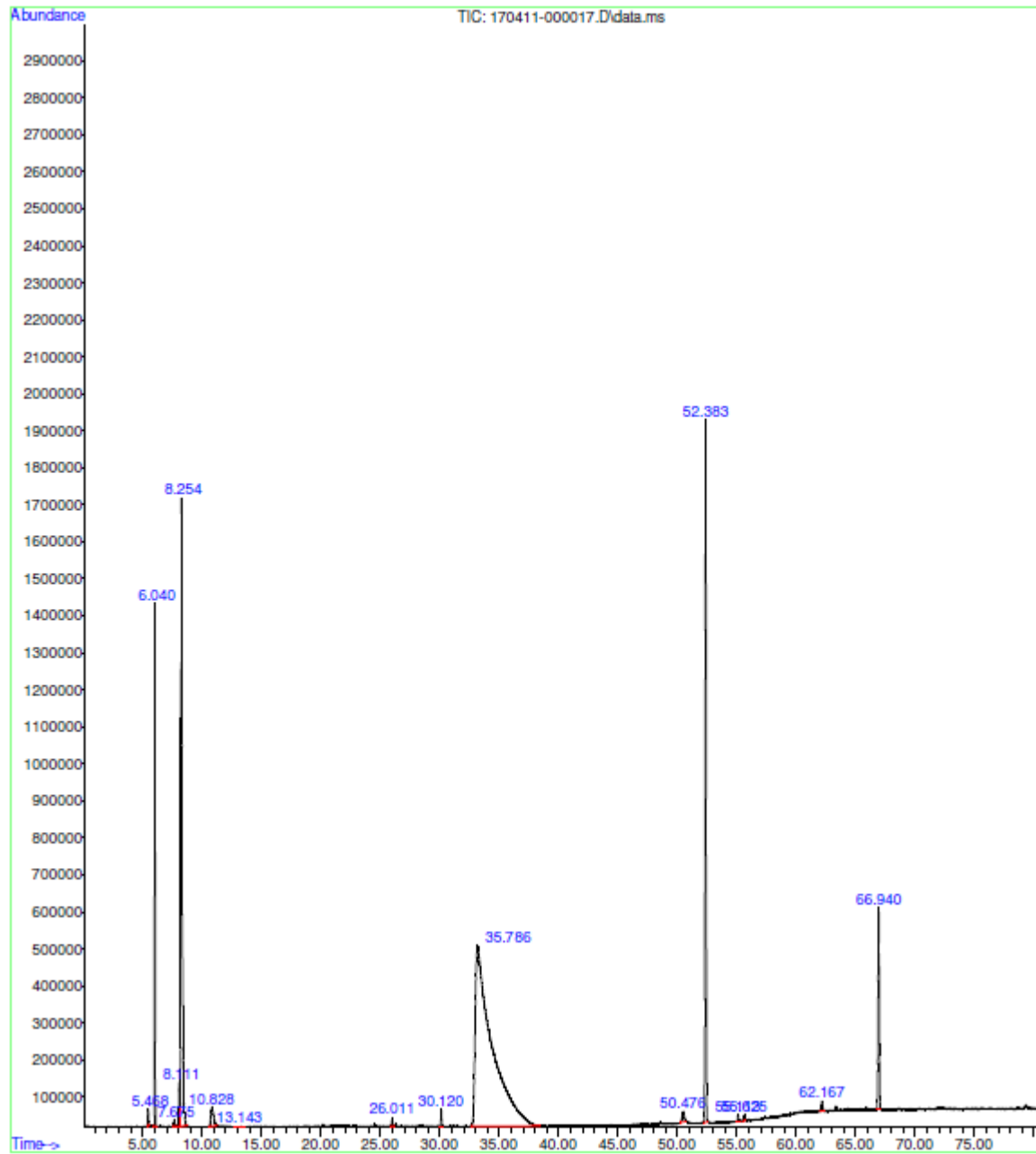


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)



L119A Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000017.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 10:55  
 Operator : AdaM  
 Sample : Hoja 3  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 15 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.468	0.21	C:\Database\NIST05a.L Nitrous Oxide	83	010024-97-2	5
			Carbon dioxide	80	000124-38-9	4
			Carbon dioxide	81	000124-38-9	3
2	6.042	4.30	C:\Database\NIST05a.L Heptane	3886	000142-82-5	95
			Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane	3887	000142-82-5	91
3	7.674	0.13	C:\Database\NIST05a.L Methyl Alcohol	30	000067-56-1	2
			Methyl Alcohol	29	000067-56-1	2
			Acetic acid, hydroxy-	892	000079-14-1	2
4	8.111	0.62	C:\Database\NIST05a.L Isopropyl Alcohol	289	000067-63-0	91
			Isopropyl Alcohol	288	000067-63-0	91
			Isopropyl Alcohol	290	000067-63-0	91
5	8.252	15.26	C:\Database\NIST05a.L Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	53
6	10.827	1.08	C:\Database\NIST05a.L Ammonia	6	007664-41-7	3
			Water	7	007732-18-5	1
7	13.142	0.01	C:\Database\NIST05a.L Dimethylamine	86	000124-40-3	4
			Dimethylamine	88	000124-40-3	4
			Nitrous Oxide	83	010024-97-2	2
8	26.010	0.22	C:\Database\NIST05a.L Acetic acid	258	000064-19-7	91
			Acetic acid	255	000064-19-7	90
			Acetic acid	254	000064-19-7	87
9	30.122	0.27	C:\Database\NIST05a.L 1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	15240	000502-99-8	55
10	35.785	60.31	C:\Database\NIST05a.L Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			R-(-)-1,2-propanediol	926	004254-14-2	86
11	50.477	0.45	C:\Database\NIST05a.L 1,3-Dihydroxyacetone dimer	43364	062147-49-3	72
			2-Propanone, 1,3-dihydroxy-	2218	000096-26-4	56
			1-Propanol	282	000071-23-8	50
12	52.383	12.09	C:\Database\NIST05a.L Eugenol	31714	000097-53-0	97
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	97

NIST LIBRARY SEARCH REPORT

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000017.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 10:55  
 Operator : AdaM  
 Sample : Hoja 3  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 15 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	31716	000097-53-0	97
13	55.112	0.11	C:\Database\NIST05a.L Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-, (Z)-	31881	005912-86-7	93
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61148	000093-28-7	92
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61151	000093-28-7	89
14	55.626	0.11	C:\Database\NIST05a.L Ethanol, 2-[2-(2-ethoxyethoxy)ethoxy]-	42057	000112-50-5	43
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100938	017455-13-9	43
			4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-	19887	028564-83-2	43
15	62.167	0.22	C:\Database\NIST05a.L 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)-	10778	000067-47-0	60
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100938	017455-13-9	60
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100942	017455-13-9	53
16	66.939	4.60	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

Figura 15. Cromatograma, extracción de oleorresina de hojas, corrida 4.

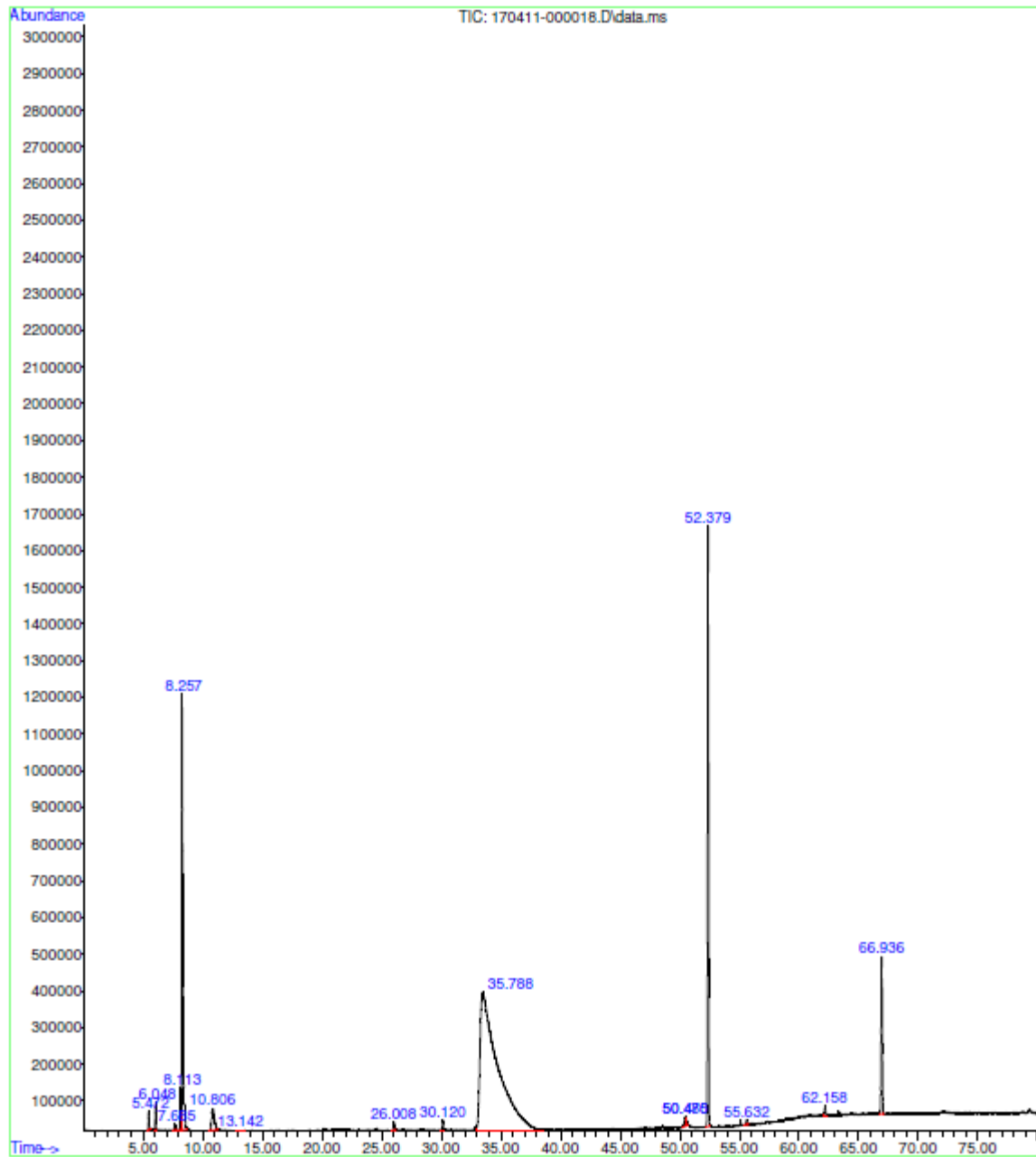


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000018.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 12:23  
 Operator : AdaM  
 Sample : Hoja 4  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 16 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.473	0.30	C:\Database\NIST05a.L			
			Nitrous Oxide	83	010024-97-2	5
			Carbon dioxide	80	000124-38-9	4
			Carbon dioxide	81	000124-38-9	3
2	6.046	0.29	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptane	3886	000142-82-5	95
			Heptane	3885	000142-82-5	95
			Heptane	3884	000142-82-5	91
3	7.683	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			Methyl Alcohol	30	000067-56-1	2
			Methyl Alcohol	29	000067-56-1	2
			Acetic acid, hydroxy-	892	000079-14-1	2
4	8.111	0.80	C:\Database\NIST05a.L			
			Isopropyl Alcohol	288	000067-63-0	91
			Isopropyl Alcohol	289	000067-63-0	91
			2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]-	2271	019132-06-0	56
5	8.257	13.69	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	59
6	10.804	1.61	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
7	13.142	0.01	C:\Database\NIST05a.L			
			Dimethylamine	86	000124-40-3	4
			Dimethylamine	88	000124-40-3	4
			Dimethylamine	87	000124-40-3	4
8	26.010	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			Acetic acid	254	000064-19-7	80
			Acetic acid	258	000064-19-7	78
			Acetic acid	255	000064-19-7	72
9	30.122	0.22	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	90
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	90
			.beta.-Myrcene	15180	000123-35-3	64
10	35.789	63.51	C:\Database\NIST05a.L			
			Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	917	000057-55-6	90
11	50.468	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Dihydroxyacetone dimer	43364	062147-49-3	64
			2-Propanone, 1,3-dihydroxy-	2218	000096-26-4	50
			1-Propanol	282	000071-23-8	47
12	50.486	0.24	C:\Database\NIST05a.L			
			2-Propanone, 1,3-dihydroxy-	2218	000096-26-4	56
			1,3-Dihydroxyacetone dimer	43364	062147-49-3	50

Figura 16. Cromatograma, extracción de oleoresina de hojas, corrida 5.

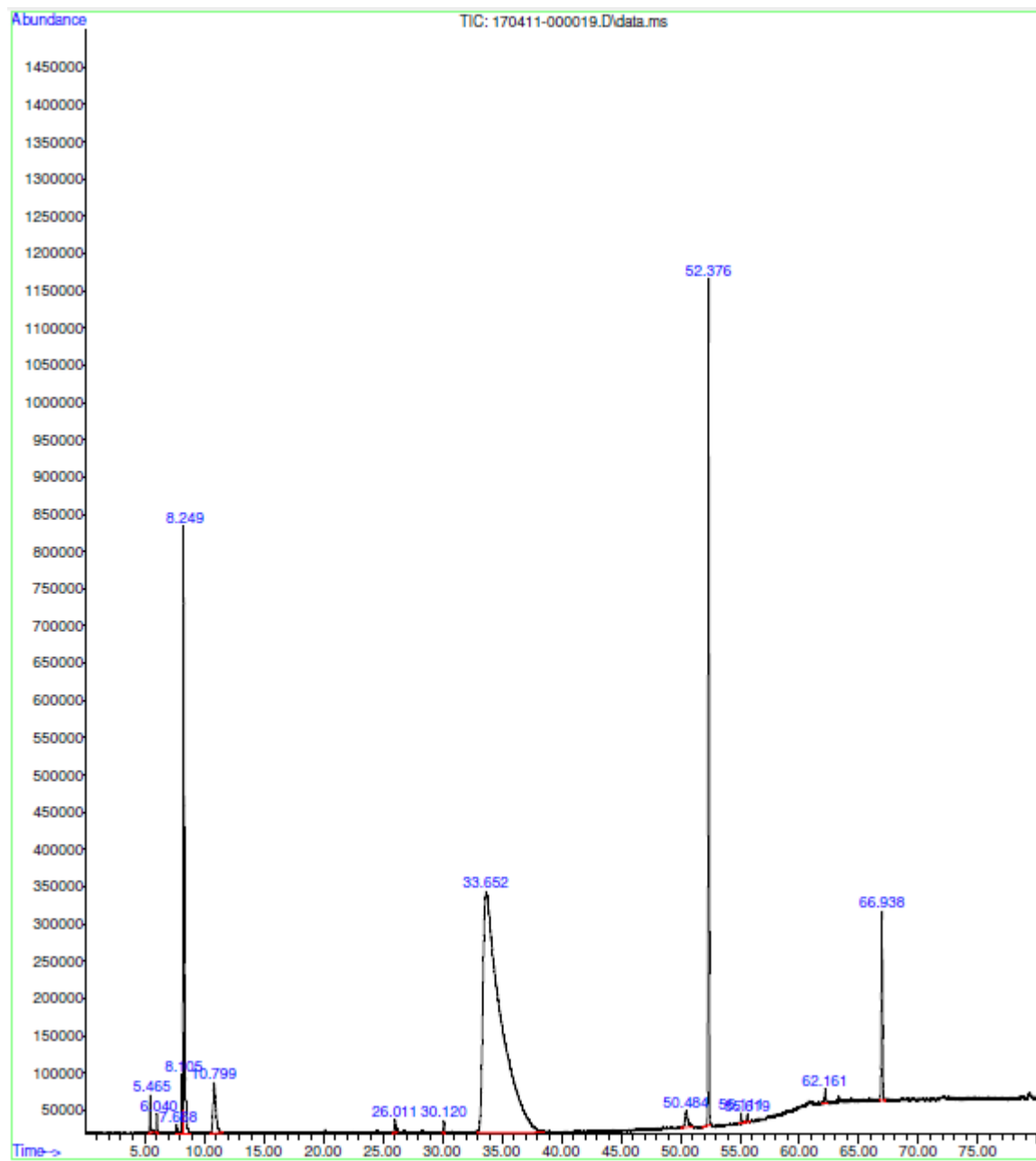


Imagen extraída del programa ChemStation (2014)

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000019.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 13:49  
 Operator : Adem  
 Sample : Hoja 5  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 17 Sample Multiplier: 1

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

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

PK#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
1	5.464	0.43	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyna, fluoro-	76	002713-09-9	3
			Ethyna, fluoro-	75	002713-09-9	3
			Nitrous Oxide	83	010024-97-2	2
2	6.042	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Heptane	3886	000142-82-5	93
			Heptane	3887	000142-82-5	87
			Heptane	3884	000142-82-5	87
3	7.670	0.14	C:\Database\NIST05a.L			
			Methyl Alcohol	30	000067-56-1	2
			Methyl Alcohol	29	000067-56-1	2
			Hydrazine	33	000302-01-2	2
4	8.107	0.65	C:\Database\NIST05a.L			
			Isopropyl Alcohol	290	000067-63-0	90
			Isopropyl Alcohol	289	000067-63-0	90
			Isopropyl Alcohol	288	000067-63-0	87
5	8.248	11.53	C:\Database\NIST05a.L			
			Ethyl alcohol	95	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	94	000064-17-5	91
			Ethyl alcohol	93	000064-17-5	37
6	10.799	2.37	C:\Database\NIST05a.L			
			Ammonia	6	007664-41-7	2
			Water	7	007732-18-5	1
7	26.010	0.25	C:\Database\NIST05a.L			
			Acetic acid	254	000064-19-7	86
			Acetic acid	258	000064-19-7	80
			Acetic acid	255	000064-19-7	78
8	30.117	0.15	C:\Database\NIST05a.L			
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25643	000078-70-6	86
			1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	25636	000078-70-6	78
			1,3,7-Octatriene, 3,7-dimethyl-	15243	000502-99-8	55
9	33.652	68.19	C:\Database\NIST05a.L			
			Propylene Glycol	916	000057-55-6	91
			Propylene Glycol	915	000057-55-6	91
			Ethanol, 2,2'-oxybis-	4854	000111-46-6	72
10	50.486	0.73	C:\Database\NIST05a.L			
			1,3-Dihydroxyacetone dimer	43364	062147-49-3	64
			2-Propanone, 1,3-dihydroxy-	2218	000096-26-4	50
			dl-Glyceraldehyde dimer	43362	026793-98-6	42
11	52.374	11.50	C:\Database\NIST05a.L			
			Eugenol	31714	000097-53-0	98
			Phenol, 2-methoxy-4-(1-propenyl)-,	31883	005932-68-3	97
			(E)-			
			3-Allyl-6-methoxyphenol	31757	000501-19-9	97
12	55.112	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-,	61150	000093-28-7	89

LIQA Library Search Report

Data Path : C:\msdchem\1\DATA\SERVICIO\URL\  
 Data File : 170411-000019.D  
 Title :  
 Acq On : 11 Apr 2017 13:49  
 Operator : AdaM  
 Sample : Hoja 5  
 Misc : Extracto de canela  
 ALS Vial : 17 Sample Multiplier: 1

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

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

Pk#	RT	Area%	Library/ID	Ref#	CAS#	Qual
			acetate			
			Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-, acetate	61148	000093-28-7	55
			7-Benzofuranol, 2,3-dihydro-2,2-dimethyl-	31902	001563-38-8	52
13	55.617	0.12	C:\Database\NIST05a.L			
			3,6,9,12-Tetraoxahexadecan-1-ol	91718	001559-34-8	50
			12-Crown-4	40671	000294-93-9	47
			15-Crown-5	70737	033100-27-5	47
14	62.163	0.26	C:\Database\NIST05a.L			
			Octaethylene glycol	161142	1000289-34-2	49
			1,4,7,10,13,16-Hexaoxacyclooctadecane	100942	017455-13-9	49
			12-Crown-4	40673	000294-93-9	43
15	66.939	3.43	C:\Database\NIST05a.L			
			Benzyl Benzoate	65862	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65860	000120-51-4	96
			Benzyl Benzoate	65863	000120-51-4	93

## 9.5 Anexo E Análisis microbiológico y análisis sensorial

Tabla 81. Análisis microbiológico de la galleta a base de harina de arroz conteniendo oleoresina del árbol de canela.

Parámetro	Muestra A (Corteza)		Muestra B (Hojas)	
	Resultado	Límite	Resultado	Límite
Recuento aeróbico total	2,000 UFC/g	No presenta	2,000 UFC/g	No presenta
Recuento de Coliformes Totales	< 10 UFC/g	No presenta	< 10 UFC/g	No presenta
Recuento de Coliformes Fecales	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Aislamiento e Identificación de Escherichia Coli	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Recuento de mohos y levaduras	< 10 UFC/g	No presenta	< 10 UFC/g	No presenta
<b>Conclusiones</b>	<b>Satisfactorio</b>		<b>Satisfactorio</b>	

Fuente: Elaboración propia, en base a figuras 17 y 18 de este anexo (2017)



Figura 17. Resultado de análisis microbiológico para la muestra A

Universidad de San Carlos de Guatemala  
  
 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia  
 Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

**Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Alimentos**

No. de ingreso:	920	No. De muestra:	1 (unidad)
Dirigido a:	Francia Marisol Asencio	Responsable de la toma de muestra:	Personal ajeno a LAFYM
Nombre del producto:	Galletas de harina de arroz con chips de chocolate	Fecha y Hora ingreso al laboratorio:	26/04/17
		Inicio del análisis:	26/04/17
		Final del análisis:	03/05/17
Lote:	A		

---

ANÁLISIS	RESULTADO	Límites permitidos RTCA 7.2
Recuento aeróbico total	10,000 UFC/g	No presenta límites
Recuento de Coliformes Totales	< 10 UFC/g	No presenta límites
Recuento de Coliformes Focales	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Recuento de Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	No presenta límites

**Conclusiones:**  
 De la muestra recibida y analizada en el laboratorio no se aislaron microorganismos indicadores, por lo que se considera **ACEPTABLE**.

\*Métodos de Referencia: BAM, APHA  
 \*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.

1. Nomenclatura utilizada:  
 UFC/g                      Unidades Formadoras de Colonia por gramo

  
 Lda. Vera Paredes, QB  
 Analista



  
 Lda. Ana E. Rojas García, QB  
 Jefe de Laboratorio LAFYM

Lda. Ana E. Rojas García  
 QUÍMICA BIÓLOGA  
 COL. 2323

Figura 18. Resultado de análisis microbiológico para la muestra B

**Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Alimentos**

No. de ingreso:	<b>921</b>	No. De muestra:	1 (unidad)
Dirigido a:	<i>Francia Marisol Asencio</i>	Responsable de la toma de muestra:	Personal ajeno a LAFYM
Nombre del producto:	Galletas de harina de arroz con chipsas de chocolate	Fecha y Hora ingreso al laboratorio:	26/04/17
		Inicio del análisis:	26/04/17
		Final del análisis:	03/05/17
Lote :	<b>B</b>		

ANÁLISIS	RESULTADO	Límites permitidos RTCA 7.2
Recuento aeróbico total	2,000 UFC/g	No presenta límites
Recuento de Coliformes Totales	< 10 UFC/g	No presenta límites
Recuento de Coliformes Focales	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Aislamiento e Identificación de <i>Escherichia coli</i>	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Recuento de Mohos y levaduras	< 10 UFC/g	No presenta límites

**Conclusiones:**

De la muestra recibida y analizada en el laboratorio no se aislaron microorganismos indicadores, por lo que se considera **ACEPTABLE**.

\*Métodos de Referencia: BAM, APHA

\*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.

**1. Nomenclatura utilizada:**

UFC/g                      Unidades Formadoras de Colonia por gramo

*Vera Paredes*  
Lidia Vera Paredes, QB  
Analista



*Araceli García*  
Lidia Araceli García, QB  
Infectos LAFYM

Lidia Araceli García  
QUÍMICA BIÓLOGA  
COL. 2323

Figura 19. Boleta para análisis sensorial

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20 Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: ¡Están ricas! 😊

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 19 Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: Quiero más.

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 22

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 17

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: La A me dejó un sabor poco amargo al final

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: La textura es buena y el sabor también

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 18

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1										
2	X	X	X	X	X	X			X	X
3							X	X		
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 27

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1				X	X					
2			X					X		
3		X					X		X	X
4										
5	X					X				
6										
7										
8										
9										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 19

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F   M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F   M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: La muestra B es muy polvorosa en la boca. muy rica la A.

¡Gracias por su ayuda!



Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1	X	X	X			X	X		X	X
2										
3				X	X			X		
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 18

Sexo:  F M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1		X	X				X			
2				X		X		X		
3	X				X				X	X
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: la segunda (B) sentí que estaba muy polvorosa

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: (F) M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: Se siente menos pesada

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 20

Sexo: (F) M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: Méjorar textura de muestra A.

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 18

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 22

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: B

Comentarios: ¡Las dos están muy ricas!

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 19

Sexo: F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1 Me gusta muchísimo	<input checked="" type="checkbox"/>									
2 Me gusta mucho										
3 Me gusta moderadamente						<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
4 Me gusta un poco		<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>		
5 Me es indiferente										
6 Me disgusta un poco			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						<input checked="" type="checkbox"/>
7 Me disgusta moderadamente					<input checked="" type="checkbox"/>					
8 Me disgusta mucho										
9 Me disgusta muchísimo										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 18

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

Escala	Muestra: A					Muestra: B				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza	Color	Olor	Sabor	Textura	Dureza
1 Me gusta muchísimo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Me gusta mucho				<input checked="" type="checkbox"/>						
3 Me gusta moderadamente										
4 Me gusta un poco										
5 Me es indiferente										
6 Me disgusta un poco										
7 Me disgusta moderadamente										
8 Me disgusta mucho										
9 Me disgusta muchísimo										

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: \_\_\_\_\_

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 21

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

Estudio de aceptabilidad hacia alimento **GALLETAS GLUTEN FREE DE CANELA CON CHISPAS DE CHOCOLATE.**

Edad: 21

Sexo:  F  M

A continuación, se presentan dos galletas. La cual debe observar y masticar, en base a su opinión, marque con un X, la casilla que corresponda a su opinión acerca de las características del producto. Marque sólo una opción para cada característica y no deje respuestas en blanco.

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

Por favor indique cuál de las dos galletas prefiere colocando el nombre de la muestra: A

Comentarios: \_\_\_\_\_

¡Gracias por su ayuda!

## 9.6 Anexo F Norma Técnica Centroamericana

6.2 Subgrupo del alimento: Pastas ( rellenas)			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	C	10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Salmonella ssp</i> /25 g (para los que contengan huevo)	10		Ausencia

**7.0 Grupo de Alimento: Pan y productos de panadería y pastelería.** Incluye las categorías relativas al pan y los productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados y los productos de panadería fina dulces, salados y aromatizados.

**7.1 Subgrupo del alimento: Pan, productos de panadería ordinaria y mezclas en polvo. Frescos o congelados.**

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	B	< 3 NMP/g

**7.2 Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno (galletas, queque, pasteles, tortas) otros productos de panadería fina (dulces, salados, aromatizados) y mezclas. Incluye otros productos de panadería fina, como donas, panecillos dulces y muffins, frescos o congelados.**

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	B	< 3 NMP/g
<i>Staphylococcus aureus</i> (productos rellenos de derivado lácteo)	7		10 <sup>2</sup> UFC/g
<i>Salmonella ssp</i> /25g (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10		Ausencia
<i>Listeria ssp</i> /25g (productos rellenos de derivados lácteos, cacao y carne)	10		Ausencia

**8.0 Grupo de Alimento: Carnes y productos cárnicos.** Esta categoría incluye todos los tipos de productos cárnicos, de aves de corral y caza, en piezas y cortados o picados, frescos y procesados, carnes congeladas, incluyendo empanizados y rebosados y carnes enlatadas

**8.1 Subgrupo del alimento: Productos cárnicos crudos (empacados). No incluidas materias primas**

**8.1.1 Subgrupo del Alimento: Productos cárnicos crudos diferentes al pollo**

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
<i>Escherichia coli</i> O157:H7/25g (carne molida, picada y tortas para hamburguesas)	10	A	Ausencia
<i>Salmonella ssp</i> / 25 g	10		Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	5		10 UFC/g

Para esta investigación se tiene en cuenta únicamente el criterio 7.2 Subgrupo del alimento: Panadería fina con o sin relleno, otros productos de panadería fina y mezclas.