



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

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO
LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.)
Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**

Edgar Emilio Galindo de León
Asesorado por el Ing. Mario José Mérida Meré
Inga. Telma Maricela Cano Morales

Guatemala, abril de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO
LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.)
Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDGAR EMILIO GALINDO DE LEÓN
ASESORADO POR EL ING. MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ
INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, ABRIL DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

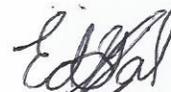
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADOR	Ing. Mario José Mérida Meré
EXAMINADOR	Ing. Víctor Herbert De León Morales
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magali Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 02 de agosto de 2016.



Edgar Emilio Galindo de León



Guatemala, 24 de abril de 2018

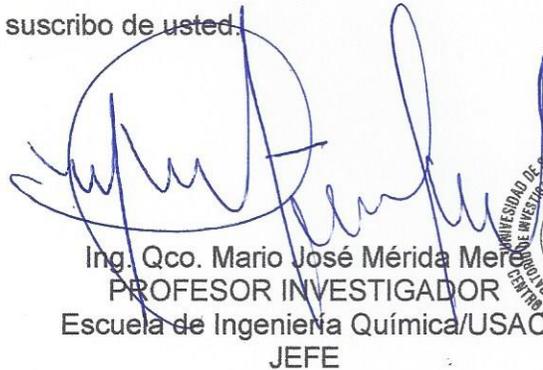
Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Wong:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al Informe Final del trabajo de graduación titulado **“FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**”, del estudiante de Ingeniería Química Edgar Emilio Galindo de León quien se identifica con CUI No. 2406 11861 0101 y registro académico número 201313925.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,



Ing. Qco. Mario José Mérida Meré
PROFESOR INVESTIGADOR
Escuela de Ingeniería Química/USAC
JEFE



INGENIERO QUÍMICO
Mario José Mérida Meré
Colegiado 1411

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE–
Sección Química Industrial CII / USAC
Asesor



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



INGENIERA QUÍMICA
Telma Maricela Cano M.
Colegiada 433



Guatemala, 16 de enero de 2019.
Ref. EIQ.TG-IF.001.2019.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **035-2016** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN
-Modalidad Seminario de Investigación-**

Solicitado por el estudiante universitario: **Edgar Emilio Galindo De León**.
Identificado con número de carné: **2406 11861 0101**.
Identificado con registro académico: **2013-13925**.
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICA**

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

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS
UTILIZANDO LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA
(Pimenta dioica (L.) Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**

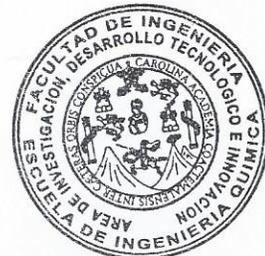
El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por los Ingenieros Químicos: **Telma Maricela Cano Morales** y **Mario José Mérida Meré**.

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



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



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.029.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación del estudiante, **EDGAR EMILIO GALINDO DE LEÓN** titulado: **“FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, abril 2019

FACULTAD DE INGENIERIA USAC
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA
DIRECTOR

Cc: Archivo
CSWD/ale

Universidad de San Carlos
De Guatemala

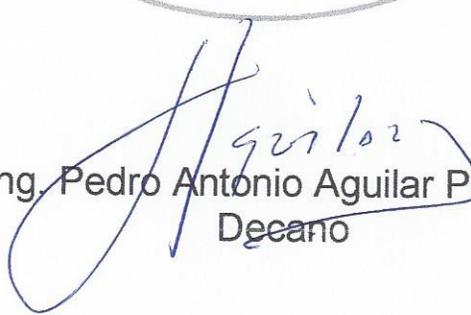


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.195-2019

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química del trabajo de graduación titulado: **"FORMULACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS: QUESOS Y EMBUTIDOS UTILIZANDO LA OLEORRESINA DE LA HOJA Y FRUTOS DE LA PIMIENTA GORDA (Pimenta dioica (L.) Merrill), PROVENIENTE DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN"**, presentado por el estudiante: **Edgar Emilio Galindo de León** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Abril de 2019

/echm

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por todo el amor que me brinda cada día.
María Auxiliadora	Por llevarme de su mano a esta casa de estudio, su intercesión y amor de madre.
San Juan Bosco	Por enseñarme trabajo y templanza. Con los pies en el suelo, pero la vista al cielo. Ad Astra.
Mis padres	Edgar Haroldo y Ana Beatriz. Por ser mis soportes a lo largo de mi vida.
Mi abuelita	María Elena. Por ser el ángel que me mando Dios a cuidarme.
Mis hermanas	Mayra y Abedel María. Por ser mi modelo a seguir en mi vida.
Mi ahijada	Stacy Aryam, por ser ese granito de ternura y amor en mi vida.
Mi familia	Por los momentos que hemos compartido, y el apoyo incondicional.
Mis amigos	Por las alegrías que se multiplicaron, y por las decepciones que se dividieron.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por formarme y haber permitido mi desarrollo personal y profesional.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme estudiar esta hermosa carrera.
Mis amigos de la Facultad	Por todos los momentos compartidos, y poder atravesar esta experiencia juntos.
Departamento de Matemática	Por ser mi primera experiencia de trabajo, y permitirme conocer a grandes personas.
Departamento de Química General	Por ser mi primera experiencia en impartir cátedra, y por las maravillosas personas que lo conforman.
Mis asesores	Ingenieros químicos Mario Mérida y Telma Cano, por haber compartido conmigo sus conocimientos y experiencia.
LIEXVE	Por todo el apoyo durante la construcción de este trabajo de graduación.
ASEAL	María Rene y Glendy. Por el apoyo en la parte final de mi trabajo de graduación.

2.3.	Procesos extractivos de oleorresinas.....	10
2.3.1.	Tipos de solventes	11
2.4.	Aspectos económicos	14
2.5.	Aplicaciones del uso de pimienta dioica (L.) Merrill.....	15
2.5.1.	Industria de alimentos	15
2.5.2.	Embutidos	16
2.5.3.	Quesos.....	17
2.5.4.	Otras industrias	18
2.6.	Evaluación sensorial de alimentos	18
2.6.1.	Aroma y olor	19
2.6.2.	Color y apariencia	19
2.6.3.	Gusto y sabor.....	20
2.6.4.	Pruebas orientadas al consumidor.....	21
2.6.4.1.	Pruebas de aceptabilidad.....	22
2.6.4.1.1.	Descripción de la tarea de los panelistas	22
2.6.4.1.2.	Presentación de las muestras	23
2.6.4.1.3.	Análisis de datos	23
2.7.	Microorganismos patógenos de la carne y queso	24
2.7.1.	Control microbiológico de las carnes.....	25
3.	METODOLOGÍA	27
3.1.	Localización	27
3.2.	Variables	27
3.2.1.	Variables independientes	28
3.2.2.	Variables dependientes.....	28
3.2.3.	Variable de respuesta	28
3.3.	Delimitación del campo de estudio.....	29

3.3.1.	Obtención de las muestras	29
3.4.	Diseño de tratamientos.....	30
3.5.	Recursos humanos.....	30
3.6.	Recursos materiales.....	30
3.6.1.	Materia prima.....	31
3.6.2.	Materiales auxiliares	31
3.7.	Técnicas cuantitativas y cualitativas	32
3.7.1.	Técnicas cualitativas.....	32
3.7.1.1.	Elaboración de chorizo	32
3.7.1.2.	Elaboración de longaniza	33
3.7.1.3.	Elaboración de queso fresco	33
3.7.1.4.	Elaboración de queso camembert	34
3.7.2.	Técnicas cuantitativas	35
3.7.2.1.	Prueba hedónica de 5 puntos	35
3.8.	Recolección y ordenamiento de la información	37
3.9.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	38
3.9.1.	Plan de análisis de los resultados.....	40
3.9.1.1.	Métodos y modelos de los datos según el tipo de variables	40
3.9.1.2.	Programas que se utiliza para análisis de datos	40
3.10.	Análisis estadístico	40
4.	RESULTADOS	41
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	59

CONCLUSIONES.....69
RECOMENDACIONES73
BIBLIOGRAFÍA.....75
APÉNDICES.....77
ANEXOS.....89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de la pimienta dioica	3
2.	Pimienta dioica (<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill)	5
3.	Embutidos	16
4.	Quesos	17
5.	Boleta prueba de aceptabilidad del análisis sensorial	36
6.	Pruebas de aceptabilidad orientada a niños	37
7.	Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad de la longaniza.....	48
8.	Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad del chorizo	51
9.	Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad del queso camembert	53
10.	Comparación de la aceptabilidad de la longaniza con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina	57
11.	Comparación de la aceptabilidad del chorizo con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina	57
12.	Comparación de la aceptabilidad del queso camembert con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina	58
13.	Informe de resultados de analisis microbiologico análisis microbiológicos de la longaniza	89
14.	Informe de resultados de análisis microbiológico de la longaniza y el chorizo	90
15.	Informe de resultados de análisis microbiológico del chorizo.....	91
16.	Informe de resultados de análisis microbiológico del queso fresco.....	92
17.	Informe de resultados de análisis microbiológico del queso fresco.....	93

18.	Informe de resultados de análisis microbiológico del queso camembert.....	94
19.	Informe de resultados de análisis microbiológico del queso camembert.....	95

TABLAS

I.	Nombres vernáculos de la pimienta dioica en América y España	4
II.	Análisis microbiológico de los productos alimenticios	38
III.	Análisis sensorial, prueba de aceptabilidad	39
IV.	Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados a la longaniza	41
V.	Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados al chorizo	42
VI.	Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados en el queso fresco	43
VII.	Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados en el queso camembert.....	44
VIII.	Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos de la longaniza	44
IX.	Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del chorizo.....	45
X.	Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del queso fresco.....	45
XI.	Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del queso camembert.....	45
XII.	Resumen del cumplimiento de las muestras.....	46
XIII.	Resumen del análisis estadístico	47
XIV.	Análisis de varianza (ANOVA) de la apariencia de la longaniza en la prueba de aceptabilidad	48
XV.	Análisis de varianza (ANOVA) del color de la longaniza en la prueba de aceptabilidad	49
XVI.	Análisis de varianza (ANOVA) del olor de la longaniza en la prueba de aceptabilidad	49

XVII.	Análisis de varianza (ANOVA) del sabor de la longaniza en la prueba de aceptabilidad.....	49
XVIII.	Prueba de TUKEY de la apariencia de la longaniza	50
XIX.	Diferencias en las medias de apariencia de la longaniza	50
XX.	Análisis de varianza (ANOVA) en la apariencia del chorizo de la prueba de aceptabilidad.....	51
XXI.	Análisis de varianza (ANOVA) en el color del chorizo de la prueba de aceptabilidad.....	52
XXII.	Análisis de varianza (ANOVA) en el olor del chorizo de la prueba de aceptabilidad.....	52
XXIII.	Análisis de varianza (ANOVA) en el sabor del chorizo de la prueba de aceptabilidad.....	52
XXIV.	Análisis de varianza (ANOVA) de la apariencia del queso camembert en la prueba de aceptabilidad.....	53
XXV.	Análisis de varianza (ANOVA) del color del queso camembert en la prueba de aceptabilidad.....	54
XXVI.	Análisis de varianza (ANOVA) del olor del queso camembert en la prueba de aceptabilidad.....	54
XXVII.	Análisis de varianza (ANOVA) del sabor del queso camembert en la prueba de aceptabilidad.....	54
XXVIII.	Prueba de TUKEY del sabor del queso camembert	55
XXIX.	Diferencia en las medias del sabor del queso camembert.....	55
XXX.	Resumen del producto de mayor aceptabilidad	56
XXXI.	Resumen del análisis estadístico de las pruebas sensoriales	56
XXXII.	Resumen del análisis sensorial con producto sin oleorresina.....	58

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
α	Alfa
BPM	Buenas prácticas de manufactura
ρ	Densidad
S	Desviación estándar
F	Factor de Fisher
$F_{critica}$	Factor de Fisher crítica
$^{\circ}\text{C}$	Grados Celsius
g	Gramos
Kg	Kilogramos
L	Litros
\bar{X}	Media
mL	Mililitros
min	Minutos
mm	Milímetros
núm.	Número
n	Número de corridas
NMP	Número más probable
%	Porcentaje
P	Probabilidad
X_i	Resultado de cada corrida
t	Tiempo
T	Total
UFC	Unidad formadora de colonias
S²	Varianza

GLOSARIO

Aditivo alimenticio	Cualquier sustancia que, normalmente no se consuma como alimento en sí, ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independientemente de que tenga o no valor nutritivo, cuya adición intencionada a los productos alimenticios, es con un propósito tecnológico en la fase de su fabricación, transformación, preparación, tratamiento, envase, transporte o almacenamiento.
Análisis sensorial	Evaluación de las características que influyen en la calidad y aceptación de un alimento por el consumidor, cuyo instrumento de medición son las personas.
Extracto	Líquido viscoso obtenido por extracción de materia vegetal por medio de un solvente, que es a menudo etanol, agua o hexano.
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 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 5 puntos, en la que 1 corresponde a me disgusta mucho y 5 corresponde a me gusta mucho
Saborizante	Sustancias que contienen los principios sápido-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.

RESUMEN

En este estudio de investigación, se formularon productos alimenticios: quesos y embutidos con adición de la oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L) Merrill), la cual se obtuvo de las hojas y frutos de 3 lotes diferentes. Para la obtención de la oleorresina, se utilizó como materia prima, la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L) Merrill) proveniente de los departamentos de Alta Verapaz y Petén.

El proceso de la formulación de embutidos y de queso fresco utilizando la oleorresina de las hojas y del fruto de la pimienta gorda se llevó a cabo en las instalaciones de la finca La Esperanza ubicada en el Km. 94 carretera Interamericana, Tecpán, Chimaltenango. Mientras la elaboración del queso camembert se llevó a cabo en Asesoría en Alimentos ASEAL. El análisis microbiológico de los productos elaborados se realizó en Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El análisis microbiológico se realizó con base en el cumplimiento de la norma COGUANOR NGO 34 125 h11 “Carne y productos cárnicos” y NGO 34 046 h23 “Leche y productos lácteos. Recuento total de placa”. Donde se obtuvo el recuento de los grupos coliformes y la presencia de *Escherichia coli*. El resultado fue que no existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para embutidos y NGO 34 046 h23 para quesos; en relación a los productos con adición de oleorresina de pimienta gorda proveniente de hojas y frutos.

Por último, se realizó el análisis sensorial de los productos alimenticios, con un panel de jurado conformado por estudiantes de primer ingreso de la facultad de ingeniería de la Universidad de San Carlos. Se seleccionaron 30 estudiantes para probar las muestras con oleorresina de pimienta gorda, y calificar la apariencia, color, olor y sabor de dichos productos en una prueba hedónica de 5 puntos.

Las muestras de embutidos analizadas en el laboratorio satisfacen los límites RTCA recomendados, a excepción de la longaniza con oleorresina de la hoja de pimienta gorda de Alta Verapaz (Campur) y con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Petén (San Luis). Tampoco satisfacen los límites recomendados el chorizo con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz (Campur), y con oleorresina de la hoja de pimienta gorda de Petén (Dolores y Melchor). Para el queso fresco con oleorresina no satisfacen los límites recomendados, mientras que el queso camembert con oleorresina si satisface los límites recomendados.

El chorizo y la longaniza con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptabilidad. La apariencia y el color de los embutidos sin oleorresina tuvo mayor aceptación, pero en el olor y sabor fueron mejor aceptados los embutidos con oleorresina. El queso fresco con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptabilidad. La apariencia, color, olor y sabor del queso fresco sin oleorresina tuvo mayor aceptación. Por último, para el queso camembert con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Petén tiene mayor aceptabilidad. La apariencia, olor y sabor del producto sin oleorresina tuvo mayor aceptación, mientras que el olor tuvo mayor aceptación en el queso camembert con oleorresina de pimienta gorda.

OBJETIVOS

General

Formular productos alimenticios: chorizo, longaniza, queso fresco y queso camembert utilizando la oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procedente de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de los departamentos de Alta Verapaz y Petén.

Específicos

1. Realizar un análisis microbiológico para la longaniza elaborada con la oleorresina de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procedente de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, con base en el cumplimiento de la norma COGUANOR NGO 34 125 “Carne y productos cárnicos”.
2. Realizar un análisis microbiológico para el chorizo elaborado con la oleorresina de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procedente de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, con base en el cumplimiento de la norma COGUANOR NGO 34 125 “Carne y productos cárnicos”.

3. Realizar un análisis microbiológico para el queso fresco elaborado con la oleorresina de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procedente de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, con base en el cumplimiento de la norma COGUANOR NGO 34 046 h23 “Leche y productos lácteos. Recuento total en la placa”.
4. Realizar un análisis microbiológico para el queso Camembert elaborado con la oleorresina de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procedente de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, con base en el cumplimiento de la norma COGUANOR NGO 34 046 h23 “Leche y productos lácteos. Recuento total en la placa”.
5. Establecer la aceptabilidad del producto alimenticio: longaniza con adición de oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) de acuerdo con la procedencia de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, a través de una evaluación sensorial por medio de una prueba hedónica de cinco puntos aplicada a jueces consumidores.
6. Establecer la aceptabilidad del producto alimenticio: chorizo con adición de oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) de acuerdo con la procedencia de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, a través de una evaluación sensorial por medio de una prueba hedónica de cinco puntos aplicada a jueces consumidores.

7. Establecer la aceptabilidad del producto alimenticio: queso fresco con adición de oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) de acuerdo con la procedencia de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, a través de una evaluación sensorial por medio de una prueba hedónica de cinco puntos aplicada a jueces consumidores.
8. Establecer la aceptabilidad del producto alimenticio: queso camembert con adición de oleorresina de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) de acuerdo con la procedencia de tres diferentes niveles altitudinales, tanto de la hoja como del fruto, proveniente de Alta Verapaz y Petén, a través de una evaluación sensorial por medio de una prueba hedónica de cinco puntos aplicada a jueces consumidores.
9. Comparar el chorizo con adición de oleorresina de la pimienta gorda de mayor aceptabilidad de acuerdo con la procedencia de la oleorresina, con el chorizo sin ningún saborizante de pimienta gorda, a través de una evaluación sensorial.
10. Comparar la longaniza con adición de oleorresina de la pimienta gorda de mayor aceptabilidad de acuerdo con su procedencia, con la longaniza sin ningún saborizante de pimienta gorda, a través de una evaluación sensorial.
11. Comparar el queso fresco con adición de oleorresina de la pimienta gorda de mayor aceptabilidad de acuerdo con la procedencia de la oleorresina, con el chorizo sin ningún saborizante de pimienta gorda, a través de una evaluación sensorial.

12. Comparar el chorizo con adición de oleorresina de la pimienta gorda de mayor aceptabilidad de acuerdo con la procedencia de la oleorresina, con el chorizo sin ningún saborizante de pimienta gorda, a través de una evaluación sensorial.

HIPÓTESIS

Al aplicar la oleorresina obtenida de las hojas y frutos de la pimienta gorda de los departamentos de Alta Verapaz y Petén (*Pimenta dioica* (L) Merrill) a productos alimenticios como embutidos y quesos y al realizar un análisis microbiológico cumpla la norma COGUANOR NGO 34 125 “Carne y productos cárnicos” y NGO 34 046 h23 “Leche y productos lácteos. Recuento total en la placa”. Así como los resultados del análisis sensorial para prueba de aceptabilidad de los productos y los parámetros a calificar (apariciencia, olor, color y sabor).

Hipótesis nula

- H_{01} : No existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para chorizo, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.
- H_{02} : No existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para longaniza, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.
- H_{03} : No existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 046 h23 para queso fresco, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.
- H_{04} : No existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 046 h23 para queso Camembert, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.

- H_{05} : No existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el chorizo, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H_{06} : No existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para la longaniza, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H_{07} : No existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el queso fresco, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H_{08} : No existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el queso camembert, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.

Hipótesis alternativa

- H_{i1} : Existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para chorizo, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.
- H_{i2} : Existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para longaniza, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.

- H₁₃: Existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 046 h23 para queso fresco, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta dioica.
- H₁₄: Existe diferencia significativa entre el análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 046 h23 para queso Camembert, con adición de oleorresina proveniente de hojas y frutos de pimienta gorda.
- H₁₅: Existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el chorizo, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H₁₆: Existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para la longaniza, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H₁₇: Existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el queso fresco, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.
- H₁₈: Existe diferencia significativa entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el queso camembert, con adición de oleorresina procedente de tres niveles altitudinales, tanto de hojas como de los frutos de pimienta dioica, proveniente de Alta Verapaz y Petén.

INTRODUCCIÓN

A partir de la oleorresina de las hojas y los frutos de la pimienta gorda proveniente de materia prima producida en Guatemala, se buscó aplicarlo a la industria alimenticia y de esta manera tener alternativas para la industrialización de esta especie vegetal. De esta manera, se busca beneficiar a los habitantes de las comunidades de Alta Verapaz y Petén, quienes colectan el fruto de la pimienta gorda y la comercializan solo de forma seca, sin darle un valor agregado al producto.

La pimienta gorda tiene una diversidad de aplicaciones industriales y de beneficios para la salud del ser humano, por ejemplo, se puede utilizar como tónico estimulante, astringente, para mejorar la digestión, controlar dolores de cabeza, estómago, influenza, gases en tracto digestivo y diabetes. .

La oleorresina extraída del fruto y de las hojas y el aceite esencial se utilizan como saborizante para comida. En la actualidad, la demanda de productos naturales provenientes de plantas y animales es mayor, cada día se utiliza una gran variedad de aceites esenciales y oleorresinas en preparaciones bebidas y alimentos.

En Alta Verapaz y Petén existen áreas con una gran cantidad de árboles de esta especie que aportan suficiente materia prima para la producción de oleorresina a nivel industrial. Debido a que se necesitarán personas que trabajen en dicha industria, se beneficiará con empleo a las personas provenientes de esa zona.

Así mismo, pueden ubicarse nuevas empresas que se dediquen a la extracción de aceites esenciales y oleorresinas, lo cual le agrega valor a los productos agrícolas con el consecuente beneficio económico. Para ello se necesita personal de producción, personal administrativo y todas las empresas proveedoras de equipo y suministro.

En Guatemala, no existen empresas dedicadas a la producción de oleorresinas. Eso podría ser un inconveniente al utilizar los extractos como un valor agregado a la materia prima. Sin embargo, en países, como Estados Unidos y la India es una tradición. Hay muchas especies agrícolas o forestales cuyos frutos, tubérculos o flores se utilizan como aditivos en alimentos, conocidos como especias; ejemplo de estos es el chile, ajo, cúrcuma y jengibre. Para estos productos, en lugar de ser exportados en bruto, con el consiguiente problema de transporte, puede exportarse la oleorresina, disminuyen su volumen y aumentando su tiempo de vida útil, sin problema de ataque de microorganismos y consecuente descomposición.

1. ANTECEDENTES

Actualmente, se trabaja en un proyecto de la “Evaluación de la calidad y Rendimiento del aceite esencial y oleorresina obtenidos de las hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L) Merrill) proveniente de Alta Verapaz y Petén”. Entre sus objetivos específicos se desea aplicar los extractos obtenidos de aceite esencial y oleorresina de pimienta gorda a la elaboración de productos de la industria alimenticia y cosmética.

En el 2013, Juan Pablo Echeverría realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala el estudio a nivel de tesis *Extracción, Evaluación y Aplicación de la Oleorresina de Chile Chiltepe (Capsicum annum var Aviculare) en la industria alimentaria como ingrediente en la elaboración de aderezos*. Se evaluó a escala laboratorio el tiempo de extracción de la oleorresina mediante la metodología de lixiviación con maceración dinámica a temperatura ambiente. Se obtuvo un tiempo óptimo de extracción de 7 horas. Se evaluó la calidad e inocuidad de la oleorresina de Chile Chiltepe y se obtuvo una alta pungencia con 14 840 unidades de calor Scoville (SHU) con un recuento de UFC igual a cero, lo que permite su aplicación en la industria de alimentos. Se realizaron aderezos aplicando la oleorresina de Chile Chiltepe, para ser evaluados por un panel de jueces consumidores mediante una prueba hedónica de 9 puntos. Así mismo, se determinó que la concentración aceptada fue de 15 ppm de capsaicina, es decir 240 (SHU).

En 2013, Vera Lucia Barrientos, realizo en la Universidad de San Carlos de Guatemala, la obtención y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de chile cobanero (*Capsicum annum var cerasiforme*), procedente de tres niveles altitudinales de Guatemala y evaluación del rendimiento con cuatro diferentes técnicas. Se utilizó la técnica de lixiviación por maceración dinámica, estática, dinámica con reflujo y estática con reflujo; a escala laboratorio. La maceración dinámica con reflujo fue la técnica de mayor rendimiento de oleorresina. Se encontró que la cantidad de capsaicina recuperada en la oleorresina oscilo entre las 10,53 y 4,92.

En el año 2015, María Alejandra Estrada, realizo en la Universidad de San Carlos de Guatemala, la evaluación del rendimiento y caracterización fisicoquímica de la oleorresina de canela (*Cinnamomum zeylanicum Blume*) y su aplicación como aditivo saborizante en una galleta de harina de trigo. Se realizó la extracción de oleorresina por la técnica de Soxhlet y se determinó que el tiempo óptimo de extracción para la corteza fue de 3 horas y para las hojas de 5 horas. A escala laboratorio, el rendimiento de las hojas fue de 2,72 y la de la corteza fue de 1,47. Se aplicó la oleorresina obtenida como aditivo saborizante en tres galletas de harina de trigo con manzana. Se les realizo un análisis microbiológico de coliformes totales, fecales y E. coli, al no sobrepasar el límite máximo, se determinó que cumple con la norma RTCA 67.04.50:08.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Pimienta Gorda (*Pimienta dioica* (L.) Merrill)

La pimienta gorda (*Pimienta dioica* (L.) Merrill) es una especie perteneciente a la familia *Myrtaceae*, originaria del hemisferio occidental en el continente americano. Consta de 15 especies que viven en el Neotrópico, la mayor parte de ellas en Centroamérica y la región del Caribe y solamente una especie en el sudeste de Brasil. Su fruta seca ha sido utilizada desde hace mucho tiempo por distintas comunidades indígenas.

El árbol llega a medir hasta 25 metros de altura y tiene un diámetro de 40 centímetros; la corteza es lisa y muy olorosa y se desprende en placas muy delgadas y alargadas de color café verdoso y amarillento.

Figura 1. **Árbol de la pimienta dioica**



Fuente: FONDEPRO. *Pimienta Gorda*. www.exagroli.com

Consulta: octubre 2018.

2.1.1. Etimología

Los nombres de la pimienta dioica se describen en la tabla presentada a continuación (Tabla I). El área de distribución de esta especie es centroamericana y caribeña.

Tabla I. **Nombres vernáculos de la pimienta dioica en América y España**

Nombre vernáculo [idioma]	Provincia o estado (país)	Referencias bibliográfica y de herbario
Clavileña	Aragón y Cataluña (España)	GÓMEZ ORTEGA (1780)
Clavo de Jamaica	Santo Domingo	SÁNCHEZ-MONGE (1980)
Cukum [tepehua]	Puebla (México)	ARGUETA & <i>al.</i> (1994)
Da'tedan	Oaxaca (México)	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Guatololote	Veracruz (México)	MEXU 699140
Ixnabacuc [maya]	Petén (Guatemala)	McVAUGH (1963)
Jamaica	Santo Domingo	SÁNCHEZ-MONGE (1980)
Limoncillo cimarrón	Santo Domingo	SÁNCHEZ-MONGE (1980)
Malagueta	España, México	GÓMEZ ORTEGA (1780)
Malaqueta	Veracruz (México)	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Moque [zoque]	Oaxaca (México)	MEXU 606407
Patolote	Veracruz (México)	MEXU 418006
Peensia [quecchí]	Cobán (Guatemala)	McVAUGH (1963)
Pens [quecchí]	Guatemala	McVAUGH (1963)
Pimentón	Veracruz (México)	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Pimienta	España, México, Guatemala	MARTÍNEZ ALFARO & <i>al.</i> (1995); McVAUGH (1963)
Pimienta de Chiapa	España, México	GÓMEZ ORTEGA (1780)
Pimienta de Chiapas	Veracruz (México)	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Pimienta de la tierra	México	ARGUETA & <i>al.</i> (1994)
Pimienta de Jamaica ¹	España, México, Guatemala, Costa Rica	GÓMEZ ORTEGA (1780); SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Pimienta de Tabasco ²	España, México	GÓMEZ ORTEGA (1780); SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Pimienta gorda	Puebla y Veracruz (México), Guatemala	ARGUETA & <i>al.</i> (1994); McVAUGH (1963)
Pimienta negra	Veracruz (México)	MEXU 582076
Pimientón	Veracruz (México), Guatemala	SÁNCHEZ-VINDAS (1990); McVAUGH (1963)
Pimientón	México	ARGUETA & <i>al.</i> (1994)
Uc-Suc [populuca]	México	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
Ucsue'ai	Veracruz (México)	ARGUETA & <i>al.</i> (1994)
U'cun [totonaco]	México	SÁNCHEZ-VINDAS (1990)
U'kum [totonaco]	Puebla y Veracruz (México)	MARTÍNEZ ALFARO & <i>al.</i> (1995)
Xocoxochitl [nahuatl]	Veracruz (México)	GÓMEZ ORTEGA (1780)

Fuente: MACÍA, MJ. *La Pimienta de Jamaica en la Sierra Norte*. docplayer.es. Consultado: octubre 2018.

La utilización más extendida de esta planta es como condimento, para lo que se usan los frutos secados, que son muy aromáticos y reúnen las características de aroma y sabor a clavo, canela y nuez moscada, por lo que en inglés se denomina *all spice*.

La composición química de la pimienta seca es la siguiente: 13 % de humedad, 2 % - 4,5 % de aceites esenciales volátiles (en especial, eugenol 65 % - 80 %), 8% de taninos y 25 % de fibra cruda.

Figura 2. **Pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill)**



Fuente: CASA PERRIS. *Pimienta de Jamaica, una de las pimientas con mayores usos culinarios*. www.casaperris.com. Consultado: octubre 2018.

La pimienta dioica se introdujo en Europa en 1601; llegó a Londres y fue utilizada como condimento¹. Los principales países productores y exportadores de fruto seco para condimento son, en primer lugar, Jamaica y después México².

2.2. Aceites esenciales y oleorresinas

A continuación se dará la definición de un aceite esencial y de una oleorresina y sus usos. También se colocaran las ventajas del uso de oleorresinas, economía, uniformidad, naturalidad, pureza y esterilidad.

2.2.1. Definición de aceites esenciales

La palabra esencial deriva del francés *essence* y es apropiado para nombrar los aceites volátiles obtenidos de una diversidad de materias vegetales. Cada día se utiliza una gran variedad de aceites esenciales en preparaciones farmacéuticas y semifarmacéuticas, alimentos, carnes, salsas enlatados, pastelería también en dulces, confitería, gomas masticables, bebidas (alcohólicas y no alcohólicas), sopas, desinfectantes, aromatizantes, cosméticos y artículos de baño, perfumería y muchos otros.

Los aceites esenciales son producto de plantas fisiológicamente procesadas. No está claro cómo forman parte de las reacciones involucradas en la asimilación del dióxido de carbono y la construcción del tejido celular o cualquier otro proceso con el que están conectados, como la eliminación de material de desecho, atracción de insectos para la fecundación o defensas contra insectos y pestes.

¹ PURSEGLOVE, J.W. *Tropical crops. Dicotyledons*. New York. 1991.

² McVAUGH, R. *Pimienta Lindley*. In: *Flora of Guatemala*. Fieldiana 24. 1963. VII(3): 382 – 385;

La obtención de aceites esenciales debe realizarse de acuerdo con la condición en la cual se presenta en la planta. Si el aceite está presente y formado en grandes cantidades, puede ser extraído por el simple método de presión, también conocido como extrusión.

En la mayoría de los casos el aceite esencial está presente en cantidades muy pequeñas en las plantas, que la mera presión no da resultados. En estos casos el aceite es obtenido por destilación.

La materia prima es cargada en un alambique se agrega agua y se lleva a ebullición, o se introduce vapor vivo, generado en una caldera. El vapor reblandece o rompe las paredes de las glándulas aceitosas, libera el aceite y lo arrastra hacia el condensador, donde el vapor de aceite y el vapor de agua son relicuados por enfriamiento, y colectado en un separador automático llamado vaso florentino.

2.2.2. Definición de oleorresinas

Las oleorresinas son extractos de especias, que se obtienen por tratamiento de la droga 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 medicamentos, sustituyendo las plantas secas o las tinturas. Las oleorresinas contienen los aceites esenciales, los aceites fijos, los colorantes y los principios activos de la planta.

El proceso de extracción de las oleorresinas se inicia con la molienda de la planta. El proceso de molienda involucra generación de calor, lo que perjudica la calidad del producto final en lo relacionado con la calidad de los componentes volátiles.

El tamaño de partícula debe ser establecido experimentalmente para cada especia procesada, teniendo en cuenta la naturaleza del solvente y el equipo empleado en la extracción.

El proceso de extracción puede ser conducido en una o dos fases. Cuando se utiliza solamente una fase, la droga es extraída totalmente con el solvente y el solvente se remueve del extracto por destilación. En el proceso de extracción en dos fases, la droga se somete a la extracción del aceite esencial utilizando la destilación con vapor y, posteriormente, se extrae con solventes. Después de la destilación del solvente, el residuo de la destilación se mezcla con el aceite esencial.

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.

2.2.3. Usos de la oleorresinas

Para el desarrollo de productos nuevos es una gran herramienta por su consistencia en el sabor y conveniencia en su uso, porque puede ser mezclado de forma fácil para lograr las características deseadas en el producto final. Es un sustituto, conveniente e higiénico para la pungencia en perfiles de sabores de productos alimenticios. Además, realza el sabor en la cocina.

2.2.4. Ventajas del uso de oleorresinas

Actualmente, las oleorresinas tienen auge en su uso en la industria debido principalmente a los siguientes aspectos.

2.2.4.1. Economía

Puede darse una tasa de reemplazo de hasta 100 kilogramos del producto en polvo, por uno o dos kilogramos de oleorresina, dependiendo de la concentración de la oleorresina.

2.2.4.2. Uniformidad

Los ingredientes activos color, sabor y propiedades físicas son estandarizadas.

2.2.4.3. Natural

Es un producto totalmente natural libre de residuos de solventes y pesticidas.

2.2.4.4. Pureza

Son productos libres de impurezas y materia extraña.

2.2.4.5. Esterilidad

No presenta contaminación microbiana.

2.2.4.6. Cumplimiento de las especificaciones

Sus bases legales están reguladas por la FDA (Food and Drug Administration) y están en la clasificación de GRAS (Generally recognized as safe), y según la Directiva 95/45/CE referente a criterios específicos de pureza, en relación con los colorantes utilizados en los productos alimenticios, esto permite la libre adición de la oleorresina dentro de las formulaciones de los productos alimenticios

2.3. Procesos extractivos de oleorresinas

Dado que la oleorresina es una mezcla de lípidos, existen dos tipos de procesos extractivos básicos: el proceso tipo Bolton y el proceso tipo Soxhlet. El proceso extractivo tipo Bolton da una extracción continua, debido al goteo del disolvente que se condensa sobre la muestra contenida en un dedal que es un filtro poroso, alrededor del cual pasa el vapor caliente del disolvente.

El proceso extractivo tipo Soxhlet da una extracción intermitente con un exceso de disolvente reciente condensado. La eficiencia de estos métodos depende tanto del pretratamiento de la muestra como de la selección del disolvente. Harrison (1939) investigó el uso de varios disolventes sobre la harina de pescado.

Encontró que el material extraído aumenta con la polaridad del disolvente de 9 % usando éter de petróleo cambiando a hexano, heptano, éter dietílico, disulfuro de carbono, ciclohexano, benceno, cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo y acetona hasta casi el 16 % con dioxano.

Un procedimiento útil para la extracción de grasas de alimentos húmedos y semisólidos, que impiden el desecado inicial, es mezclar la muestra con sulfato de calcio, sulfato de sodio anhidro o con vermiculita. Cuando la muestra se hace pulverulenta y seca, se transfiere a un cartucho de Soxhlet en un aparato de extracción.

2.3.1. Tipos de Solventes

De acuerdo con el doctor Andrés Navarrete, en su publicación mensual en la Revista de Química de Guadalajara en México en agosto del 2008, un solvente es una sustancia que permite la dispersión de otra sustancia en esta a nivel molecular o iónico. Es el medio dispersante de la disolución. Normalmente, el disolvente establece el estado físico de la disolución, por lo que se dice que el disolvente es el componente de una disolución que está en el mismo estado físico que la misma.

Usualmente, también es el componente que se encuentra en mayor proporción. Los disolventes forman parte de múltiples aplicaciones: adhesivos, componentes en las pinturas, productos farmacéuticos, para la elaboración de materiales sintéticos, procesos extractivos entre otros. Las moléculas de disolvente ejercen su acción al interaccionar con las de soluto y rodearlas. Se conoce como solvatación. Solutos polares serán disueltos por disolventes polares al establecerse interacciones electrostáticas entre los dipolos. Los solutos apolares disuelven las sustancias apolares por interacciones entre dipolos inducidos.

El agua es, habitualmente, denominada el disolvente universal por la gran cantidad de sustancias sobre las que puede actuar como disolvente. Los solventes son compuestos orgánicos basados en el elemento químico carbono. Producen efectos similares a los del alcohol o los anestésicos. A los inhalantes de uso industrial se les llama solventes por su capacidad de disolver muchas sustancias. “Con la introducción del uso del petróleo y sus derivados durante el siglo XX, cada vez son más los productos comerciales que contienen solventes: diluyentes, pegamentos, limpiadores, gasolinas, engrasantes, entre otros.”³

Los solventes industriales de mayor uso son los cementos (tricloro-etileno, tetracloro-etileno), los pegamentos (tolueno, acetato de etilo y varias acetonas), el thinner (destilados de petróleo, benceno, acetona, tricloro-etileno, tetracloroetileno) y los removedores de barniz o pintura (acetona, tolueno, benceno, cloruro de metileno). El tolueno, llamado también metilbenceno, es un líquido de olor parecido al del Benceno, incoloro e inflamable; es un componente importante en el alquitrán de hulla, se obtiene en el fraccionamiento del petróleo.

Se usa para elevar el octanaje de gasolinas (gas avión); para la producción de benceno y fenol, como solvente para la elaboración de pinturas, resinas, recubrimientos, gomas, detergentes, químicos (ácido benzoico), perfumes, medicinas, sacarinas, entre otros.

El xileno Dimetilbenzol tiene tres isómeros (orto, meta y para) es un líquido inflamable, de olor semejante al del benceno, incoloro; se encuentra en el alquitrán de hulla. Se utiliza como disolvente o como diluyente. Sus usos principales son: solventes para resinas, lacas, esmaltes, caucho, tintas, cuero, gasolina para aviación, agente desengrasante, producción de resinas epóxicas, elaboración de perfumes, producción de insecticidas y repelentes.

³ BROWN, THEODORE L.; et al. *Química, la ciencia central* p.230.

El acetato de etilo es un líquido incoloro, fácilmente inflamable, ebulle en un rango de temperatura de 74 °C - 77 °C, se obtiene por destilación del alcohol con ácido acético. Se recomienda su uso en laboratorios de fármacos. “Se ocupa para la extracción líquida de antibióticos, en la industria de pinturas se ocupa como solvente activo para disolver las resinas sintéticas ocupadas en la formulación de estas. Otros usos son en la industria de fragancias, tintas, saborizantes, entre otros.”⁴

El acetato de butilo también es un líquido incoloro, fácilmente inflamable, hierve a 126,5 °C. Se recomienda como disolvente y para aumentar el número de octanos. La acetona, es un líquido aromático, incoloro, inflamable, es la cetona más sencilla, importante como disolvente y medio de extracción.

Se emplea, principalmente, como disolvente en la fabricación de acetato de celulosa, pinturas, lacas y adhesivos, colorantes de la serie de la difenilamina, iso-preno, piel artificial, mezclas adhesivas de nitrocelulosa, lubricantes, perfumes, productos farmacéuticos, plásticos, cementos ahulados, extracción de grasas y aceites, tónicos, purificación de parafina, entre otros.

El metil isobutil cetona, líquido incoloro, inflamable y tóxico de olor parecido al de la acetona y el alcanfor. Es parcialmente soluble al agua, miscible en alcohol. Se emplea en síntesis orgánicas, solventes de gomas, resinas, lacas de nitrocelulosa, producción de recubrimientos y adhesivos.

⁴ BROWN, THEODORE L.; et al. *Química, la ciencia central* p.230.

El metil etil cetona tiene olor parecido a la menta (fragante y moderadamente penetrante), líquido incoloro, brillante, muy volátil y altamente inflamable, insoluble en agua. Se utiliza en la producción de disolvente para revestimiento, adhesivo, cintas magnéticas, separación de la cera de los aceites lubricantes, tintas de imprenta, cuero sintético, papel transparente, papel aluminio, lacas, quita grasas, extracción de grasas, aceites, ceras y resinas sintéticas y naturales.

2.4. Aspectos económicos

Antiguamente, los frutos del árbol de pimienta dioica eran utilizados por los mayas para embalsamar los cuerpos de sus difuntos. Se cree que también lo utilizaron como planta medicinal (té) y para dar sabor a las comidas. Su presencia en el bosque se asocia mucho con montículos mayas. Actualmente, el fruto de la pimienta dioica se usa para sazonar ciertas comidas, sus hojas para hacer té y su madera para hacer construcciones.

Su explotación comercial se remonta a mediados de los años 50, cuando Estados Unidos de Norteamérica empezó a importar pimienta dioica a Guatemala, probablemente de los departamentos de Petén y Alta Verapaz.

Existen dos productos que se comercializan internacionalmente: la fruta seca entera o molida, destinada para uso como condimento, y para la extracción de aceites mediante procesos de destilación y con sus hojas se elabora té y se obtienen aceites esenciales.

El consumo mundial de pimienta gorda está estrechamente vinculado con el desarrollo de las industrias alimenticias, en especial las dedicadas a la elaboración de productos enlatados a base de carnes, pescado y ciertos productos de pastelería.

Los alimentos industriales absorben más del 70 % del volumen total de pimienta comercializada en el mercado internacional. Los frutos también son utilizados en la industria cosmética para la elaboración de fragancias y perfumes.

2.5. Aplicaciones del uso de Pimienta dioica (L.) Merrill

A continuación se darán ejemplos de la aplicación de la pimienta dioica.

2.5.1. Industria de alimentos

La pimienta dioica es utilizada como complemento alimenticio (saborizante) en carne de res, cerdo, pollo, salchicha, pescado, queso, encurtidos, pasteles, galletas, frutas estofadas. La pimienta gorda es una especie tradicional utilizada en encurtidos y que puede ser añadida al líquido en el que se deja reposando el pescado. Es un ingrediente esencial en la tradicional carne con especias.

En Alemania la pimienta gorda se añade al repollo ácido, jamón, cerdo y salchichas de res. Otro ejemplo de la aplicación en alimentos de la pimienta dioica es en conjunto con condimentos fuertes como cebolla y ajo, al fusionarse en un sazónador llamado "Jamaican Jerk".

2.5.2. Embutidos

Se entiende por embutidos aquellos productos y derivados cárnicos preparados a partir de una mezcla de carne picada, grasas, sal, condimentos, especias y aditivos e introducidos en tripas naturales o artificiales. Los principales ingredientes que constituyen los embutidos son, las materias primas, los condimentos, las especias y otros aditivos adicionales.

La carne que se emplea en la fabricación de estos alimentos depende del tipo de embutidos, puede proceder de una o varias especies (de cerdo o vacuno). Los animales deben de ser adultos, sanos y bien nutridos. Además, para condimentarlos, se utiliza la sal y el conservador para contribuir al sabor y para reducir la disponibilidad de agua en el medio para el desarrollo de reacciones químicas y enzimáticas. Además, se utilizan componentes, como pimentón, canela, pimienta gorda, ajo, entre otros.

Figura 3. **Embutidos**



Fuente: EL PORTAL DEL CHACINADO. *Principales embutidos y sus características.*
elportaldelchacinado.com. Consultado: octubre 2018.

2.5.3. Quesos

De acuerdo con FAO/OMS queso es el producto fresco o madurado obtenido por la coagulación y separación de suero de la leche, nata, leche parcialmente desnatada o por la mezcla de varios de estos componentes.

Existen diversos tipos de quesos, según su composición y tiempo de coagulación. De acuerdo con el contenido de humedad pueden ser duros, semiduros o blandos; según el método de coagulación láctica (ácido láctico), queso de coagulación de ambos métodos o bien de acuerdo con el microorganismo utilizado para la maduración, se clasifican en quesos de ojos redondeados, granulares y de textura cerrada.

Figura 4. Quesos



Fuente: LA CASA DEL QUESO. *Queso Camembert*. lacasadelqueso.com.ar. Consultado: octubre 2018.

2.5.4. Otras industrias

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

2.6. Evaluación sensorial de alimentos

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.

“La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis adaptados a las necesidades del consumidor y evaluaciones sensoriales con panelistas no entrenados.”⁵

⁵ E. BOTA; et al *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. p. 125

2.6.1. Aroma y olor

El olor es la sensación producida al estimular el sentido del olfato. Aroma es la fragancia del alimento que permite la estimulación del sentido del olfato. Por eso, en el lenguaje común, se confunden y usan como sinónimos. El sentido del olfato se ubica en el epitelio olfatorio de la nariz.

Está constituido por células olfatorias, las que constituyen los receptores olfatorios. La importancia de los aromatizantes radica en la función que desempeñan.

“Puede mezclarse con el aroma propio del alimento al que se agrega, anulándolo; puede generarse una mezcla íntima de ambos, produciéndose un nuevo aroma; o bien, puede resultar una mezcla parcial, manteniéndose las características aromáticas de ambos y desarrollándose además un nuevo aroma.”⁶

2.6.2. Color y apariencia

El espectro visible va de 400 a 700 milimicras, o sea, del violeta al rojo. Dentro de esta región, el ojo es más sensible para diferenciar colores en la región del verde amarillento (520-580) “El color puede ser discutido en términos generales del estímulo luminoso; pero, en el caso específico del color de los alimentos, es de más interés la energía que llega al ojo desde la superficie iluminada, y en el caso de los alimentos transparentes, a través del material.”⁷

⁶ E. BOTA; et al *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. P. 126

⁷ Ibid. P 128.

El color que percibe el ojo depende de la composición espectral de la fuente luminosa, de las características físicas y químicas del objeto, la naturaleza de la iluminación base y la sensibilidad espectral del ojo.

Estos factores determinan el color que se aprecia: longitud de onda, intensidad de la luz y grado de pureza. La CIE (Commission International de l'Eclairage), establece tres colores primarios: azul, rojo y amarillo. Los demás colores resultan de combinar al menos dos de ellos.

Se puede afirmar que la visión es el primer sentido que interviene en la evaluación de un alimento, captando todos los atributos que se relacionan con la apariencia: aspecto, tamaño, color, forma, defectos, entre otros.

2.6.3. Gusto y sabor

El gusto es la sensación percibida a través del sentido del gusto, localizado principalmente en la lengua y cavidad bucal. Se definen cuatro sensaciones básicas: ácido, salado, dulce y amargo. El resto de las sensaciones gustativas proviene de mezclas de estas cuatro, en diferentes proporciones, que causan variadas interacciones.

Se define el sabor como la sensación percibida a través de las terminaciones nerviosas de los sentidos del olfato y gusto principalmente, pero no debe desconocerse la estimulación simultánea de los receptores sensoriales de presión, y los cutáneos de calor frío y dolor.

Los receptores del sentido del gusto lo constituyen los botones gustativos; se agrupan en número de alrededor de 250 para constituir las papilas gustativas, que se ubican en la lengua. Existen cuatro tipos morfológicamente diferentes: filiformes, foliadas, fungiformes y caliciformes. Las filiformes, no tienen importancia en la evaluación del gusto, son las más numerosas y carecen de botones gustativos, participan en la elaboración de la sensación de tacto.

Las foliadas están ubicadas en los dos tercios posteriores de la lengua. No están desarrolladas, de ahí que tengan poca importancia en la sensación gustativa. Las fungiformes, se ubican en los dos tercios delanteros de la lengua, son grandes, en forma de hongo.

Los botones gustativos están constituidos por células gustativas y células de sostén. De los botones gustativos salen fibras nerviosas que transmiten los estímulos gustativos al cerebro. Para que esto suceda, el estímulo gustativo debe entrar en contacto con la saliva y disolverse en ella.

Los cuatro gustos básicos son registrados por diferentes células gustativas, distribuidas desigualmente en la lengua. Los receptores del gusto dulce están en la punta, los receptores del salado en los bordes anteriores, los del ácido en los costados y los del amargo en el fondo de la lengua.

2.6.4. Pruebas orientadas al consumidor

En las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, se selecciona una muestra aleatoria, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios, para obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores.

En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial; sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del producto. Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Las entrevistas o pruebas pueden realizarse en un lugar central tal como un mercado, una escuela, centro comercial o centro comunitario, o también en los hogares de los consumidores. En estas se registra el grado de satisfacción, el nivel de preferencia o la aceptabilidad de los productos. Las pruebas orientadas al consumidor incluyen: las pruebas de preferencia, pruebas de aceptabilidad y pruebas hedónicas (grado en que gusta un producto).

Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, preferencia o aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad.

2.6.4.1. Pruebas de aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto de los consumidores. La aceptabilidad de un producto, generalmente, indica el uso real del producto (compra y consumo).

2.6.4.1.1. Descripción de la tarea de los panelistas

En esta prueba se les pregunta a los panelistas cuál de las dos muestras codificadas prefieren. Se les pide que seleccionen una; incluso, si ambas muestras les parecen idénticas.

2.6.4.1.2. Presentación de las muestras

Las muestras se presentan en recipientes idénticos, codificados de forma aleatoria. Existen múltiples posibles órdenes de presentación de las muestras. Las muestras deben presentarse en el mismo orden el mismo número de veces. Con paneles muy numerosos, el orden de cada panelista puede seleccionarse al azar. Ya que hay múltiples posibilidades de que cada panelista reciba cada muestra en distinto orden, es importante el hecho de que deben presentarse a un número de panelistas aproximadamente igual.

Las muestras se presentan simultáneamente en el orden seleccionado para cada panelista, de manera que los panelistas puedan evaluar las muestras de izquierda a derecha. En esta prueba, se permite saborear la muestra varias veces, si es necesario. El orden en que los panelistas evaluarán las muestras debe indicarse en la boleta.

2.6.4.1.3. Análisis de datos

Para el análisis de los datos, las categorías se convierten en puntajes numéricos del 1 al 5, donde 1 representa "me disgusta mucho" y 5 representa "me gusta mucho". Los puntajes numéricos para cada muestra se tabulan y analizan utilizando herramientas estadísticas de los valores promedios resultantes para determinar las preferencias de los jueces evaluadores.

2.7. Microorganismos patógenos de la carne y queso

Si los procesos de preparación de la carne se llevan a cabo higiénicamente, el número de microorganismos patógenos es muy pequeño. Las bacterias que pueden encontrarse son: salmonella, Staphylococcus aureus, Yersinia enterocolítica, Clostridium perfringens y, en ocasiones, Clostridium botulinum.

Si la carne de la canal se expone a temperaturas superiores a 20°C, se desarrollan bacterias patógenas mesófilas, tanto aerobias como anaerobias. Entre los microorganismos de toxiinfecciones alimentarias que proceden de una contaminación entérica cabe destacar Clostridium perfringens, Salmonella, Staphylococcus aureus y Escherichia coli, entero patógeno.

Como estos microorganismos se multiplican fácilmente en condiciones adecuadas y la carne es un buen medio para que crezcan, su cantidad no es indicativa de contaminación fecal.

Entre las toxiinfecciones de la carne más problemáticas destaca la Salmonelosis. Hay que destacar la importancia de las higienes en la matanza y en la preparación de la carne, incluidas las preparaciones del matadero, para evitar la contaminación cruzada. Existe un pequeño número de estafilococos que pueden aumentar cuando las condiciones reprimen a otros tipos de bacterias. Hay estirpes de estafilococos humanos y animales; los primeros prevalecen hasta el momento de la venta de las carnes y los productos cárnicos, de lo que se deduce la importancia de la contaminación por manipulación a través de los operarios.

2.7.1. Control microbiológico de las carnes

Puesto que la contaminación de las canales es irregular, conviene tomar muestras de distintas partes y analizar tantas como sea posible. Es preciso controlar la temperatura de incubación de las placas: mesófilos patógenos a 35°C-37°C y psicrófilos a 25°C. Así mismo, es importante controlar la higiene del procesado y la eficacia del sistema. En este caso, el control microbiológico se centra en las buenas prácticas de fabricación.

En carnes de animales recientemente sacrificados, los recuentos bacterianos suelen ser bajos. Si la carne es almacenada durante algún tiempo, estas cifras aumentan, por lo que los simples recuentos no ofrecen mucha información sobre las medidas higiénicas adoptadas en los procesos de transformación cuando estas carnes son utilizadas para el almacenaje.

Sin embargo, en los productos cárnicos sin salar, existe más correlación entre la determinación cuantitativa, el estado de frescura y la calidad de conservación. Los reactivos utilizados para tratar químicamente algunos productos, inhiben el crecimiento bacteriano. En ellos, la razón entre el porcentaje de sustancias químicas y el contenido de agua es el factor que regula la actividad microbiológica, de manera que, si este cociente es elevado, hay pocas posibilidades de multiplicación bacteriana.

3. METODOLOGÍA

3.1. Localización

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

- Instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales - LIEXVE-, Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Instalaciones de la finca La Esperanza ubicada en el Km. 94 carretera Interamericana Tecpán, Chimaltenango.
- Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos -LAFYM- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Asesoría en Alimentos –ASEAL- ubicada en la calzada Atanasio Tzul 19 -97 Zona 12.

3.2. Variables

Se definirán las variables independientes y dependientes, así como variables de respuesta.

3.2.1. Variables independientes

- Tipo de alimento formulado: chorizos, longanizas, queso fresco, queso camembert.
- Oleorresina de la pimienta gorda de la hoja y de los frutos.
- Oleorresina de la pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.

3.2.2. Variables dependientes

- Análisis microbiológico para embutidos: Escherichia coli, recuento de coliformes fecales.
- Análisis microbiológico para quesos: Escherichia coli, recuento de coliformes fecales.
- Prueba sensorial: aceptabilidad del producto (apariencia, color, olor y sabor).

3.2.3. Variable de respuesta

La variable de respuesta para cada tratamiento serán las características y especificaciones de la norma COGUANOR NGO 34 125 que debe cumplir, tanto la carne, como productos cárnicos. Y las características y especificaciones de la norma COGUANOR NGO 34 046 h23 que debe cumplir tanto la leche como los productos lácteos. A partir de los extractos de oleorresina de la pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén, de tres lotes diferentes y dos partes del árbol (hoja y fruto). Así mismo, a partir de una prueba hedónica de 9 puntos se busca encontrar la muestra con mayor aceptabilidad.

3.3. Delimitación del campo de estudio

La investigación es cuantitativo, experimental y comparativo. Se buscó la evaluación a escala laboratorio de las especificaciones y características de la norma COGUANOR NGO 34 125 h11 para la carne y los productos cárnicos, y la norma COGUANOR NGO 34 046 h 23 para leche y productos lácteos.

Dichos productos, elaborados con oleorresina de las hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L) Merrill), de 3 lotes diferentes, provenientes de Alta Verapaz y Petén.

También se realizó la comparación de las especificaciones y características de acuerdo con el normativo mencionado anteriormente entre los diferentes tratamientos de oleorresinas.

3.3.1. Obtención de las muestras

La materia prima para la extracción de la oleorresina será obtenida en las comunidades de Petén y Alta Verapaz con el apoyo de las empresas Agroindustria Triunfo S.A., Finca El Triunfo y Aromatexca S.A. Dicha materia prima se colocó en envases plásticos con tapadera hermética y se trasladaron a la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde se secaron en el secador eléctrico de flujo transversal de bandejas, instalado en el Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales, LIEXVE, del Centro de Investigaciones de Ingeniería. La materia prima se redujo de tamaño para realizar las extracciones en el Laboratorio de Análisis y en la planta piloto ubicada también en el LIEXVE.

3.4. Diseño de tratamientos

Para la evaluación estadística se utilizó un diseño completamente al azar, la variable respuesta es el análisis microbiológico. Se aplicó un experimento factorial evaluando 4 productos alimenticios, utilizando oleorresina de pimienta gorda de las hojas y frutos, proveniente de 2 departamentos. Como resultado se obtuvieron 12 unidades experimentales, y 3 repeticiones para un total de 48 tratamientos.

Los resultados se trataron por medio del análisis de varianza por medio de un factor ANOVA y se comprobaron los resultados bajo la prueba de Tukey.

3.5. Recursos humanos

Investigador:	Br. Edgar Emilio Galindo de León.
Asesores:	Ing. Qco. Mario José Mérida Meré. Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales.

3.6. Recursos materiales

A continuación, se definirá la materia prima, materiales auxiliares.

3.6.1. Materia prima

- Oleoresina de las hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L) Merrill)
- Carne de porcino
- Carne de bobino
- Tocino
- Grasa
- Tripa natural de cerco
- Tripa natural de cordero
- Especias (sal, pimentón, pimienta, chile, ajo, nuez moscada, cebolla, comino, vinagre)
- Leche
- Pastilla de cuajo

3.6.2. Materiales auxiliares

- Molino de discos
- Recipiente plástico
- Espabiladeras
- Recipiente de acero inoxidable
- Canastitas de esterilla fina.
- Estufa
- Paleta de madera
- Moldes agujereados
- Espumadera
- Tablita estriada o rejilla

3.7. Técnicas cuantitativas y cualitativas

A continuación se definirán las técnicas cualitativas y técnicas cuantitativas.

3.7.1. Técnicas cualitativas

A continuación se detallará la elaboración de los productos alimenticios: chorizo, longaniza, queso fresco y queso camembert.

3.7.1.1. Elaboración de chorizo

- Triturar la carne y grasa (carne de porcino 50 %, carne de bovino 30 % y tocino 20 %) formando cubos aproximadamente de 3 cm de lado.
- Moler la carne, la grasa y las especias vegetales en un molino de discos.
- Mezclar los ingredientes que caracterizan el producto (sal, pimentón, pimienta, chile, ajo, nuez moscada, 5 gramos de oleoresina de pimienta gorda al 10 % en una solución de propilenglicol) dentro de un recipiente.
- Introducir la mezcla en una tripa natural de cerdo calibre 30 mm y proporcionar cada 10 cm.
- Colgar en espabiladeras para garantizar que el chorizo segregue un alto contenido de grasa y proporcionar maduración.

3.7.1.2. Elaboración de longaniza

- Triturar la carne (carne de porcino 80 % y tocino 20 %) formando cubos de 5 centímetro de lado.
- Moler la carne en un molino de discos.
- Mezclar los ingredientes (sal, cebolla, ajo, comino, vinagre, 5 gramos de oleorresina de pimienta gorda al 10 % en solución de propilenglicol).
- Introducir la mezcla a una tripa natural de cordero, preferiblemente, o de cerdo; y proporcionar cada 70 cm.
- Colgar en un escabiladero para garantizar que la longaniza segregue un alto contenido de grasa y proporcionar maduración.

3.7.1.3. Elaboración de queso fresco

- Adicionar 125L de leche en un recipiente de acero inoxidable para obtener un total de 13 libras de queso.
- Se le agrega la pastilla de cuajo (contenido principal de enzima rennina) y se deja reaccionar 3 horas para que se separe la caseína, que representa un total del 80 % de la leche.
- Después de que se separe la caseína cuajada, se separa el suero y el agua en un recipiente.
- Al obtener la cuajada, se procederá a moler para dar inicio a la aplicación de 5 gramos de oleorresina de pimienta gorda al 10 % en solución de propilenglicol, a los 12 quesos con presentación de 1 lb cada uno.
- Se envasarán los recipientes plásticos, y se refrigerarán para sus ensayos microbiológicos posteriores.

3.7.1.4. Elaboración de queso camembert

- El porcentual de cuajo por litro de leche será el indicado por el fabricante del cuaje.
- La temperatura de secado aproximadamente 12 grados centígrados con una humedad del 85 % al 90 %.
- Los moldes ideales para el secado, canastitas de esterilla fina.
- Calentar la leche a una temperatura de 28 a 30 grados centígrados, agitándola con una espumadera para que el calentamiento sea uniforme.
- Retirar del fuego.
- Agregar el cuajo de a poco, agitando la leche para que se mezcle bien.
- Dejar descansar hasta que coagule.
- La leche estará cuajada cuando al introducir una paleta de madera, esta no se cae.
- Adicionar al cuajo, 1 gramo de oleorresina de pimienta gorda al 10 % en solución de propilenglicol.
- Colocar en moldes agujereados (10 centímetros de diámetro x 2 de altura) con la ayuda de una espumadera.
- A medida que va escurriendo el suero, rellenar el molde con más cuajada.
- Una vez completado el molde, con la ayuda de una tablita estriada o una rejilla, se les da una vuelta completa para facilitar el escurrimiento del suero.
- A las 24 horas se saca del molde y se sala el contorno y la cara superior frotando con la mano.
- Después de 8 horas, se voltea y se sala la otra cara.
- Se vuelven a colocar en un molde hasta que el queso adquiera consistencia, luego de ello, a los dos días ya se puede consumir.

3.7.2. Técnicas cuantitativas

Dentro de las técnicas cuantitativas se encuentra la prueba hedónica de 5 puntos.

3.7.2.1. Prueba hedónica de 5 puntos

El uso de la escala hedónica permite, además de medir preferencias, medir estados psicológicos del consumidor. El método utiliza la medida de la reacción humana como elemento indirecto para evaluar el producto. Es una de las técnicas más usadas para la medición de la posible aceptación de un producto en el mercado, se le pide al consumidor que mida el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala verbal y numérica que se encuentra explicada en el cuestionario.

La escala tradicional americana tiene 5 puntos, es suficiente y más fácil de manejar. El número de puntos es impar para que el punto central sea un punto neutral, que generalmente corresponde a “no me gusta ni me disgusta”.

Tabla hedónica americana es una escala donde 1 es “me disgusta mucho”, 2 es para “me disgusta”, 3 es para “no me gusta, ni me disgusta”, 4 para “me gusta” y 5 es “me gusta mucho”.

Figura 5. Boleta prueba de aceptabilidad del análisis sensorial

BOLETA PRUEBA DE ACEPTABILIDAD DE LA PRUEBA SENSORIAL

Fecha: _____
 Nombre del Panelista: _____

Prueba de Aceptabilidad

Frente a usted se presentan 5 quesos camembert con oleoresina de pimienta gorda y sin oleoresina de pimienta gorda, marque con una "X" el grado en el que le agrada o desagrada cada uno de los atributos sensoriales de las muestras. Solo puede marcar con la "X" un ÚNICA OPCIÓN. Favor anotar comentarios.

Código: _179_

Atributos Sensoriales	Me gusta mucho	Me gusta poco	No gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					

Comentarios: _____

Código: _440_

Atributos Sensoriales	Me gusta mucho	Me gusta poco	No gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					

Comentarios: _____

Código: _595_

Atributos Sensoriales	Me gusta mucho	Me gusta poco	No gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					

Comentarios: _____

+

Código: _602_

Atributos Sensoriales	Me gusta mucho	Me gusta poco	No gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					

Comentarios: _____

Código: _982_

Atributos Sensoriales	Me gusta mucho	Me gusta poco	No gusta ni me disgusta	Me disgusta poco	Me disgusta mucho
Apariencia					
Color					
Olor					
Sabor					

Comentarios: _____

Fuente: elaboración propia.

Después de obtener los datos de los consumidores se aplica un análisis de varianza de una sola vía, con las muestras como tratamientos y los jueces como bloques, y si la ANOVA demuestra que existe varianza con respecto a los tratamientos (productos) se procede a desglosar la ANOVA hasta encontrar cuál de los productos genera la varianza.

Si se realiza la prueba en niños, se acostumbra a cambiar la escala por una escala hedónica facial, pero en los últimos años se ha revaluado este concepto, ya que los niños tienden a preferir las caras más por su atractivo visual que por lo que representan, así que en ocasiones se prefiere que un adulto ayude al niño en el diligenciamiento de la encuesta.

Figura 6. **Pruebas de aceptabilidad orientada a niños**



Fuente: LEYVA-MARTINEZ, R. *Escala hedónica para evaluar el grado de aceptabilidad de las recetas*. Cuba, marzo a junio, 2008.

3.8. Recolección y ordenamiento de la Información

La recolección de datos se ejecutó según los resultados obtenidos en la formulación de estos. Se realizaron cuatro diferentes alimentos (chorizo, longaniza, queso fresco y queso camembert), en los cuales se utilizó el 5 % sobre el peso de la libra, se realizaron por lo tanto 12 muestras de cada alimento, dando como resultado 48 resultados o productos finales.

3.9.1. Plan de análisis de los resultados

A continuación se plantearán los métodos y modelos de datos a utilizar, así como los programas.

3.9.1.1. Métodos y modelos de los datos según el tipo de variables

Debido a que la técnica utilizada es cuantitativa, el método debe ser cuantitativo. Se utilizará el análisis de varianzas para confirmar la hipótesis de que una variable tiene influencia sobre la otra y en el supuesto de que se confirme esta relación, se realiza un modelo matemático que describe esa relación.

3.9.1.2. Programas que se utilizará para análisis de datos

- Microsoft Word: como procesador y editor de textos
- Microsoft Excel: para realizar cálculos, el ANOVA y las gráficas

3.10. Análisis estadístico

En este trabajo de investigación, se realizó un análisis estadístico (ANOVA), basado en la comparación de medias muestrales para organizar e interpretar los resultados obtenidos con base en las pruebas sensoriales realizadas sobre los productos alimenticios finales elaborados; además se utilizaron como estándares de comparación para los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos los límites permisibles establecidos en los reglamentos CODEX STANDARD para embuditos y quesos, normas COGUANOR y el normativo RTCA para aditivos alimenticios.

4. RESULTADOS

- Análisis microbiológico

A continuación se presenta el resumen de los resultados de los análisis microbiológicos de los productos alimenticios: longaniza, chorizo, queso fresco y queso camembert.

Tabla IV. **Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados a la longaniza**

Lote	Muestra	Municipio	Departamento	Parte de la Hoja	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
23	Longaniza	Campur	Alta Verapaz	Hoja	2 000 NMP/g	< 3 NMP/g
5	Longaniza	Cahabón	Alta Verapaz	Hoja	200 NMP/g	< 3 NMP/g
17	Longaniza	Carchá	Alta Verapaz	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
1	Longaniza	Campur	Alta Verapaz	Fruto	200 NMP/g	< 3 NMP/g
3	Longaniza	Cahabón	Alta Verapaz	Fruto	100 NMP/g	< 3 NMP/g
12	Longaniza	Carchá	Alta Verapaz	Fruto	100 NMP/g	< 3 NMP/g
15	Longaniza	San Luis	Petén	Hoja	100 NMP/g	< 3 NMP/g
29	Longaniza	Dolores	Petén	Hoja	200 NMP/g	< 3 NMP/g
18	Longaniza	Melchor	Petén	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
25	Longaniza	San Luis	Petén	Fruto	1 000 NMP/g	< 3 NMP/g
28	Longaniza	Dolores	Petén	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g
21	Longaniza	Melchor	Petén	Fruto	200 NMP/g	< 3 NMP/g

Fuente: LAFYM, *Informe de Resultados de Análisis Microbiológicos*. p 1-2.

Tabla V. **Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados al chorizo**

Lote	Muestra	Municipio	Departamento	Parte de la Hoja	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
30	Chorizo	Campur	Alta Verapaz	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
2	Chorizo	Cahabón	Alta Verapaz	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
16	Chorizo	Carchá	Alta Verapaz	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
36	Chorizo	Campur	Alta Verapaz	Fruto	10 000 NMP/g	< 3 NMP/g
13	Chorizo	Cahabón	Alta Verapaz	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g
31	Chorizo	Carchá	Alta Verapaz	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g
9	Chorizo	San Luis	Petén	Hoja	3 NMP/g	< 3 NMP/g
35	Chorizo	Dolores	Petén	Hoja	1 000 NMP/g	< 3 NMP/g
32	Chorizo	Melchor	Petén	Hoja	10 000 NMP/g	< 3 NMP/g
10	Chorizo	San Luis	Petén	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g
11	Chorizo	Dolores	Petén	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g
7	Chorizo	Melchor	Petén	Fruto	3 NMP/g	< 3 NMP/g

Fuente: LAFYM, Informe de Resultados de análisis microbiológico. p 2-3.

Tabla VI. **Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados en el queso fresco**

Lote	Muestra	Municipio	Departamento	Parte de la Hoja	Recuento de Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>
22	Queso Fresco	Campur	Alta Verapaz	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
14	Queso Fresco	Cahabón	Alta Verapaz	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
19	Queso Fresco	Carchá	Alta Verapaz	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	3,0 x 10³ UFC/g
20	Queso Fresco	Campur	Alta Verapaz	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	3,0 x 10³ UFC/g
33	Queso Fresco	Cahabón	Alta Verapaz	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
4	Queso Fresco	Carchá	Alta Verapaz	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
6	Queso Fresco	San Luis	Petén	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
24	Queso Fresco	Dolores	Petén	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	5,0 x 10³ UFC/g
8	Queso Fresco	Melchor	Petén	Hoja	2,0 x 10⁷ UFC/g	3,0 x 10³ UFC/g
34	Queso Fresco	San Luis	Petén	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
27	Queso Fresco	Dolores	Petén	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	< 10 UFC/g
26	Queso Fresco	Melchor	Petén	Fruto	2,0 x 10⁷ UFC/g	1,0 x 10³ UFC/g

Fuente: LAFYM, Informe de Resultados de Análisis Microbiológico. p 1-2.

Tabla VII. **Resumen de resultados de los análisis microbiológicos elaborados en el queso camembert**

Lote	Muestra	Municipio	Departamento	Parte de la planta	Recuento de Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>
30	Queso camembert	Campur	Alta Verapaz	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
2	Queso camembert	Cahabón	Alta Verapaz	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
16	Queso camembert	Carchá	Alta Verapaz	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
36	Queso camembert	Campur	Alta Verapaz	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
13	Queso camembert	Cahabón	Alta Verapaz	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
31	Queso camembert	Carchá	Alta Verapaz	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
9	Queso camembert	San Luis	Petén	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
35	Queso camembert	Dolores	Petén	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
32	Queso camembert	Melchor	Petén	Hoja	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
10	Queso camembert	San Luis	Petén	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
11	Queso camembert	Dolores	Petén	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
7	Queso camembert	Melchor	Petén	Fruto	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Fuente: LAFYM, Informe de Resultados de Análisis Microbiológico. p 1-2.

Tabla VIII. **Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos de la longaniza**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	777 085,583	3	259 028,528	0,69	0,58	4,07
Dentro de los grupos	3 005 951,33	8	375 743,917			
Total	3 783 036,92	11				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla IX. **Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del chorizo**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	36 884 174,90	3	12 294 725,00	0,77	0,54	4,07
Dentro de los grupos	127 271 345,00	8	15 908 918,20			
Total	164 155 520,00	11				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla X. **Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del queso fresco**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8 888 358,33	3	2 962 786,11	0,94	0,46	4,07
Dentro de los grupos	25 186 933,30	8	3 148 366,67			
Total	34 075 291,7	11				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XI. **Análisis de varianza (ANOVA) para los análisis microbiológicos del queso camembert.**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	0	3	0	65 535	4,07
Dentro de los grupos	0	8	0		
Total	0	11			

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XII. Resumen del cumplimiento de las muestras

Parte de la hoja	Departamento	Municipio	Lote			
			Longaniza	Chorizo	Queso fresco	Queso camembert
Hoja	Alta Verapaz	Campur	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		Santa María Cahabón	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		San Pedro Carchá	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
Fruto	Alta Verapaz	Campur	Cumple	No Cumple	No cumple	Cumple
		Santa María Cahabón	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		San Pedro Carchá	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
Hoja	Petén	San Luis	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		Dolores	Cumple	No cumple	No cumple	Cumple
		Melchor de Mencos	Cumple	No cumple	No cumple	Cumple
Fruto	Petén	San Luis	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		Dolores	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		Melchor de Mencos	Cumple	Cumple	No cumple	Cumple
		Limites RTCA	Coliformes fecales: 460 NMP/g		Coliformes fecales: 10 ² UFC/g	
			Escherichia coli: < 3 NMP/g		Escherichia coli: < 10 UFC/g	

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Tabla XIII. **Resumen del análisis estadístico**

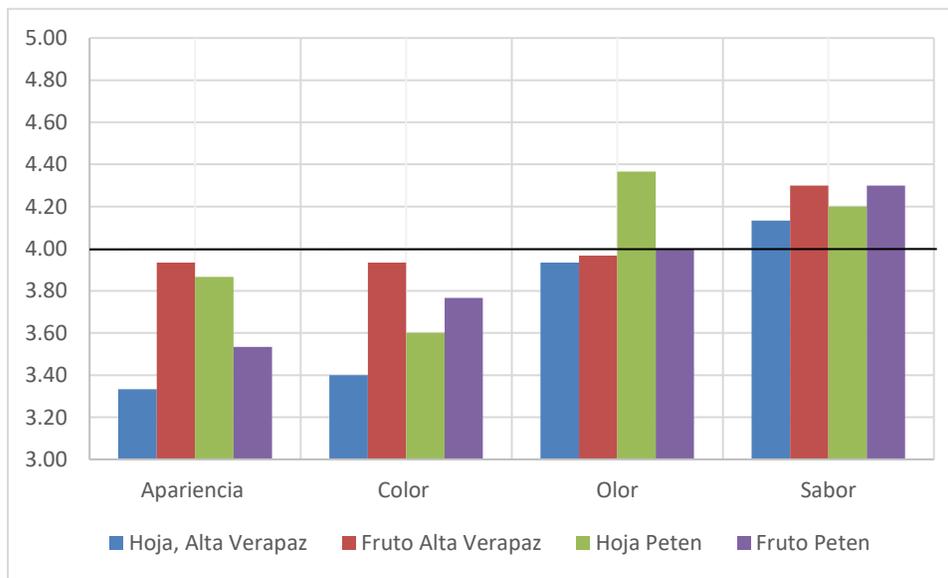
Hipótesis referente a	Parámetro	Diferencia Significativa	
		No existe	Sí existe
Relación entre los análisis microbiológicos para la longaniza con adición de oleoresina de hoja y frutos de pimienta gorda.	Grupos Coliformes Fecales	X	
	<i>Escherichia coli.</i>	X	
Relación entre los análisis microbiológicos para el chorizo con adición de oleoresina de hoja y frutos de pimienta gorda.	Grupos Coliformes Fecales	X	
	<i>Escherichia coli.</i>	X	
Relación entre los análisis microbiológicos para el queso fresco con adición de oleoresina de hoja y frutos de pimienta gorda.	Grupos Coliformes Fecales	X	
	<i>Escherichia coli.</i>	X	
Relación entre los análisis microbiológicos para el queso camembert con adición de oleoresina de hoja y frutos de pimienta gorda.	Grupos Coliformes Fecales	X	
	<i>Escherichia coli.</i>	X	

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

- Análisis sensorial

A continuación se presentan los resultados de las pruebas sensoriales para los parámetros olor, color, apariencia y sabor para los productos alimenticios.

Figura 7. **Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad de la longaniza**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XIV. **Análisis de varianza (ANOVA) de la apariencia de la longaniza en la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,20	3	2.4	2,74	0,046	2,68
Dentro de los grupos	101,47	116	0,87			
Total	108,67	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XV. **Análisis de varianza (ANOVA) del color de la longaniza en la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,69	3	1,56	1,68	0,17	2,68
Dentro de los grupos	107,63	116	0,93			
Total	112,32	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XVI. **Análisis de varianza (ANOVA) del olor de la longaniza en la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,67	3	1,22	1,54	0,21	2,68
Dentro de los grupos	91,80	116	0,79			
Total	95,47	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XVII. **Análisis de varianza (ANOVA) del sabor de la longaniza en la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,6	3	0,2	0,30	0,82	2,68
Dentro de los grupos	76,87	116	0,66			
Total	11,47	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XVIII. **Prueba de TUKEY de la apariencia de la longaniza**

HSD	0,63
Multiplicado	3,68
Mse	0,87
N	30

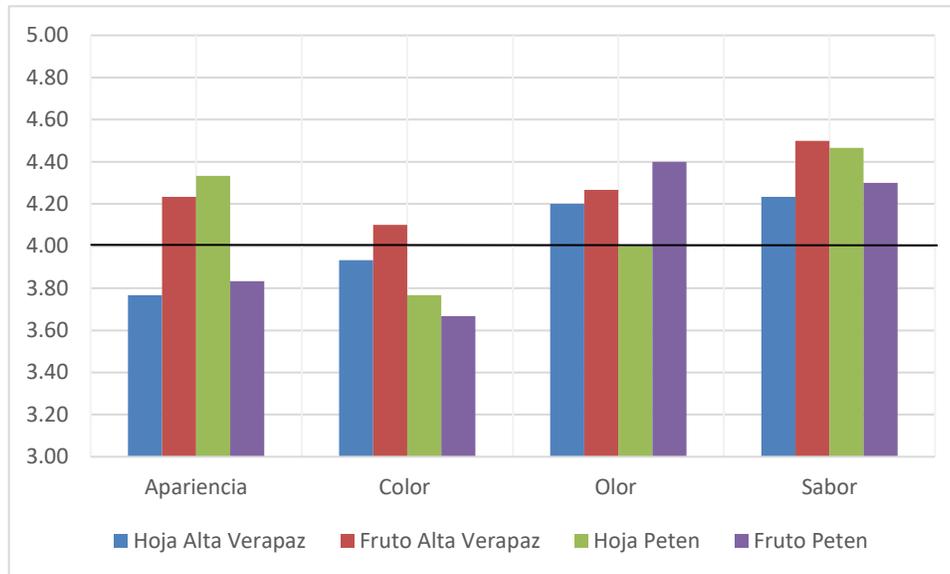
Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Tabla XIX. **Diferencias en las medias de apariencia de la longaniza**

	Hoja, Alta Verapaz	Fruto, Alta Verapaz	Hoja Petén	Fruto Petén
Hoja Alta Verapaz		0,60	0,53	0,20
Fruto Alta Verapaz			0,07	0,40
Hoja Petén				0,33
Fruto Petén				

Fuente: elaboración propia, empleando Word y Excel.

Figura 8. **Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad del chorizo**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XX. **Análisis de varianza (ANOVA) en la apariencia del chorizo de la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,82	3	1,27	1,56	0,20	2,68
Dentro de los grupos	94,77	116	0,82			
Total	98,59	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXI. Análisis de varianza (ANOVA) en el color del chorizo de la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,27	3	1,09	1,31	0,27	2,68
Dentro de los grupos	96,60	116	0,83			
Total	99,87	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXII. Análisis de varianza (ANOVA) en el olor del chorizo de la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2,50	3	0,83	1,38	0,25	2,68
Dentro de los grupos	69,87	116	0,60			
Total	72,37	119				

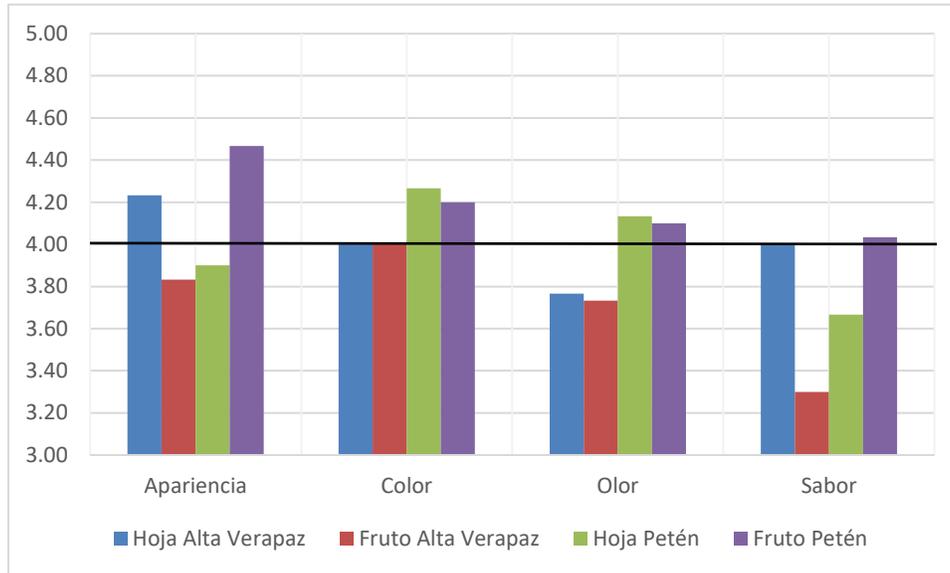
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXIII. Análisis de varianza (ANOVA) en el sabor del chorizo de la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,49	3	0,50	0,92	0,43	2,68
Dentro de los grupos	62,63	116	0,54			
Total	64,12	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 9. **Análisis sensorial de la prueba de aceptabilidad del queso camembert**



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXIV. **Análisis de varianza (ANOVA) de la apariencia del queso camembert en la prueba de aceptabilidad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7,89	3	2,63	0,99	0,40	2,68
Dentro de los grupos	307,70	116	2,65			
Total	315,59	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXV. Análisis de varianza (ANOVA) del color del queso camembert en la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,70	3	0,57	0,52	0,67	2,68
Dentro de los grupos	126,67	116	1,09			
Total	128,37	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXVI. Análisis de varianza (ANOVA) del olor del queso camembert en la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4,07	3	1,36	1,39	0,25	2,68
Dentro de los grupos	113,40	116	0,98			
Total	117,47	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXVII. Análisis de varianza (ANOVA) del sabor del queso camembert en la prueba de aceptabilidad

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	10,57	3	3,52	2,84	0,041	2,68
Dentro de los grupos	143,93	116	1,24			
Total	154,50	119				

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXVIII. **Prueba de TUKEY del sabor del queso camembert**

HSD	0,74840881
Multiplicado	3,68
Mse	1,2408046
N	30

Fuente: elaboración propia, empleando Word y Excel.

Tabla XXIX. **Diferencia en las medias del sabor del queso camembert**

	Hoja Petén	Fruto Petén	Hoja Alta Verapaz	Fruto Alta Verapaz
Hoja Petén		0,37	0,33	0,37
Fruto Petén			0,033	0,73
Hoja Alta Verapaz				0,70
Fruto Alta Verapaz				

Fuente: elaboración propia, empleando Word y Excel.

Tabla XXX. **Resumen del producto de mayor aceptabilidad**

Parámetro	Longaniza	Chorizo	Queso Camembert
Apariencia	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Petén
Color	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Alta Verapaz	Hoja de Petén
Olor	Fruto de Petén	Hoja de Petén	Hoja de Petén
Sabor	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Alta Verapaz y fruto Petén	Fruto de Petén

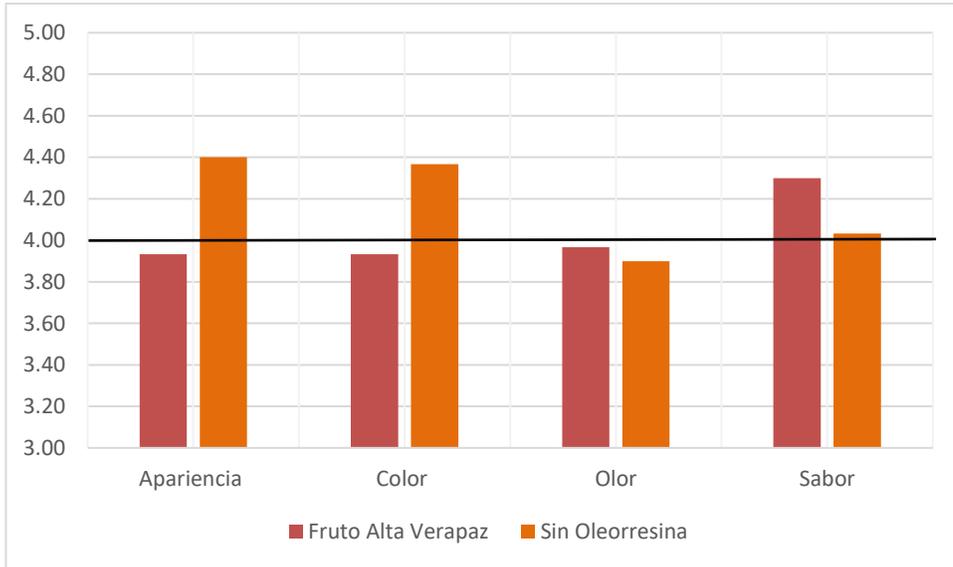
Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Tabla XXXI. **Resumen del análisis estadístico de las pruebas sensoriales**

Análisis	Parámetro	Diferencia significativa		
		No existe	Si existe	¿Cuáles?
Relación entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para la longaniza, con adición de oleoresina de hojas y frutos de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.	Apariencia		X	Fruto de Alta Verapaz y Hoja de Alta Verapaz
	Color	X		
	Olor	X		
	Sabor	X		
Relación entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el chorizo, con adición de oleoresina de hojas y frutos de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.	Apariencia	X		
	Color	X		
	Olor	X		
	Sabor	X		
Relación entre la aceptabilidad de las muestras a partir de la prueba sensorial para el queso camembert, con adición de oleoresina de hojas y frutos de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.	Apariencia	X		
	Color	X		
	Olor	X		
	Sabor		X	Fruto de Alta Verapaz y Fruto de Petén.

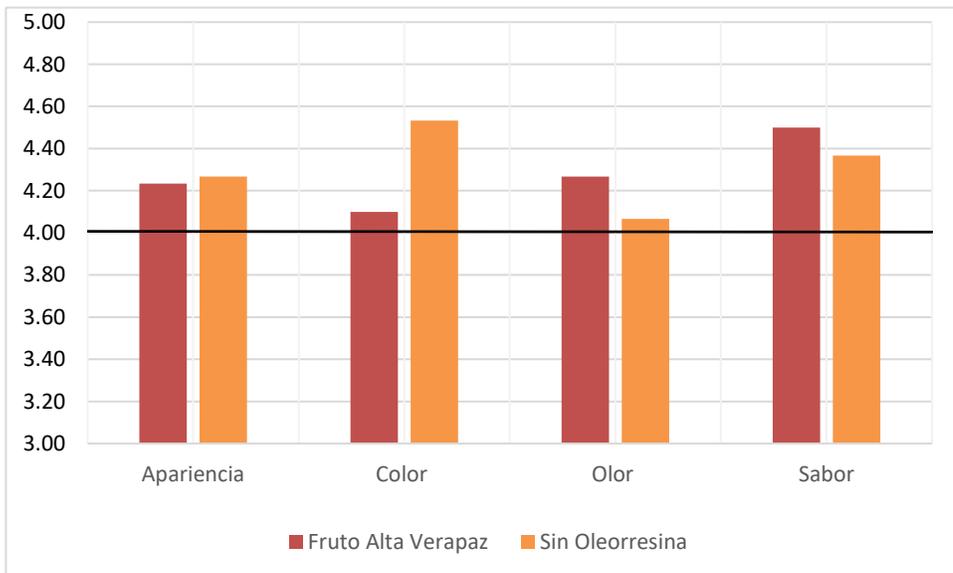
Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Figura 10. Comparación de la aceptabilidad de la longaniza con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina



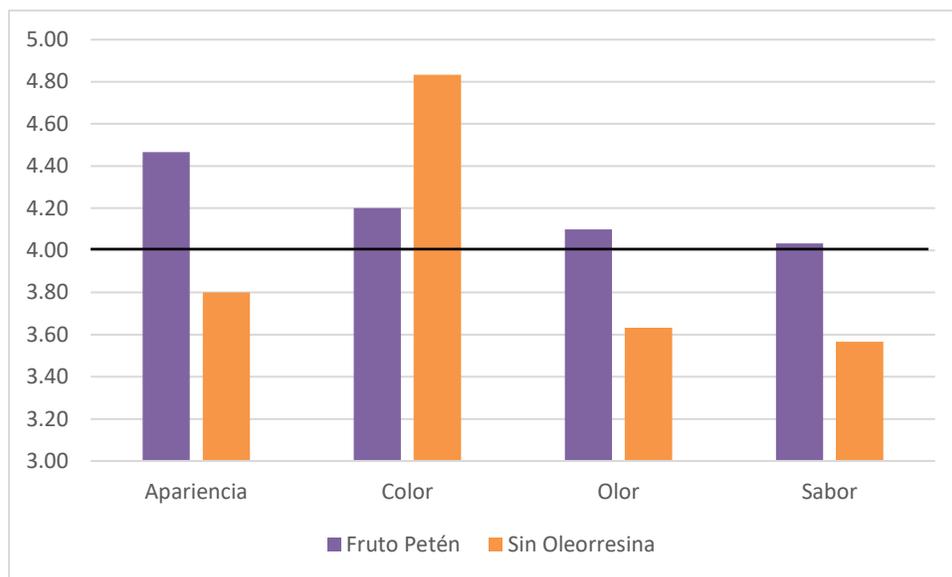
Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 11. Comparación de la aceptabilidad del chorizo con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Figura 12. Comparación de la aceptabilidad del queso camembert con oleorresina de pimienta gorda y sin oleorresina



Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Tabla XXXII. Resumen del análisis sensorial con producto sin oleorresina

Parámetro	Longaniza	Chorizo	Queso Camembert
Apariencia	Sin Oleorresina	Sin Oleorresina	Fruto de Petén
Color	Sin Oleorresina	Sin Oleorresina	Sin Oleorresina
Olor	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Petén
Sabor	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Alta Verapaz	Fruto de Petén

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este trabajo de graduación se realizó la aplicación de la oleorresina extraída de las hojas como del fruto de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), procedente de los departamentos de Alta Verapaz y Petén. La aplicación del saborizante se realizó a 4 productos alimenticios: longaniza, chorizo, queso fresco y queso camembert. Al realizar la aplicación, se realizó un análisis microbiológico en el Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Microbiológico (LAFYM), donde se hizo un recuento de coliformes fecales, así como la presencia de *Escherichia coli*. Por último, se midió el nivel de aceptabilidad del público a los productos antes mencionados por medio de una prueba hedónica de 5 puntos.

El análisis microbiológico de los productos alimenticios fue realizado en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM) de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para cumplimiento de la norma RTCA, se realizó un recuento de coliformes fecales y se analizó la presencia de *Escherichia coli*. El informe de Resultado de Análisis Microbiológico se encuentra en los Anexos y el resumen de los resultados analizados para los productos alimenticios se muestra en las tablas IV, V, VI, VII. Los límites RCA de recuento de coliformes fecales es de 460 NMP/g y de *Escherichia coli* < 3 NMP/g para los embutidos, mientras que 10^2 UFC/g y *Escherichia coli* < 10 UFC/g para los quesos.

En la tabla IV, se encuentran los resultados de análisis microbiológico para la longaniza en donde las muestras analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados a excepción de la muestra con oleorresina de la hoja de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz (Campur) y la muestra con oleorresina del fruto de pimienta gorda proveniente de Petén (San Luis). En la tabla V, se encuentran los resultados de análisis microbiológico para el chorizo en donde las muestras analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados a excepción del chorizo con oleorresina del fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz (Campur) y las muestras de chorizo con oleorresina de la hoja de pimienta gorda proveniente de Petén (Dolores y Melchor).

En la tabla VI se encuentra el informe de Resultados de análisis microbiológico correspondiente a la muestra de queso fresco, donde las muestras analizadas en el laboratorio no satisfacen los límites recomendados. Lo anterior puede deberse a que no se cumplen las buenas prácticas de manufactura en la elaboración del queso fresco.

En la tabla VII, se encuentra el informe de resultados de análisis microbiológico correspondiente a la muestra de queso camembert, donde las muestras analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados. Esto se debe a que la realización del queso camembert, así como la aplicación de la oleorresina de la pimienta gorda, se realizó en el laboratorio de las instalaciones de Asesoría en Alimentos (ASEAL), donde se tenían implementadas buenas prácticas de manufactura.

Para el desarrollo del informe de graduación, se preparó longaniza, chorizo, queso fresco y queso camembert utilizando el saborizante natural de pimienta gorda como aditivo alimenticio. Se realizaron análisis microbiológicos para conocer las propiedades de presencia de grupos coliformes y *Escherichia coli*. Para ver la influencia del saborizante natural aplicado, de acuerdo con su procedencia y comparar los resultados obtenidos con los valores estándar de las normas respectivas para embutidos y quesos, presentes en el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67-04-54:10 para alimentos y Bebidas procesadas. Aditivos Alimentarios) y normas COGUANOR NGO 34 125 para los productos cárnicos y COGUANOR NGO 34 046 h23 para productos lácteos.

El recuento de grupos coliformes y presencia de *Escherichia coli* corresponde a la variable por determinarse. El análisis de varianza es aplicable únicamente donde se varía un factor (variación de la variable de control o independiente, en este caso, la procedencia de la oleoresina de pimienta gorda y la parte de la planta donde se obtuvo el extracto) y se tiene una serie de repeticiones para la obtención de la variable de medición. (Por ejemplo, a cada variación de la procedencia de la oleoresina y parte de la hoja de donde se obtuvo el extracto, se realizaron tres repeticiones).

En las tablas VIII, IX, X, XI se observa tanto la probabilidad, así como la F de Fisher y la F crítica. Como criterio de comparación de la probabilidad y alfa. Asumiendo que la hipótesis nula (H_0) es que no difieren significativamente entre sí. $P > \alpha$. Si la probabilidad es menor que alfa, se rechaza la hipótesis nula. Mientras que en el criterio de comparación del valor de F de Fisher y F crítica. Si $F < F_{\text{crítica}}$, se acepta la hipótesis nula.

Dado que $P > \alpha$ y $F < F_{\text{crítica}}$, se acepta la hipótesis nula. Esto infiere que las medias del informe de resultados de análisis microbiológico, regido por las normas COGUANOR NGO 34 125 para la longaniza y el chorizo; y las normas COGUANOR NGO 34 046 h23 para el queso fresco y queso camembert, no difieren entre sí. La variable de control que es la oleorresina de hoja y frutos de pimienta gorda proveniente no afecta significativamente a la variable de medición en este caso el recuento de grupos coliformes y presencia de *Escherichia coli*.

Esto quiere decir que al variar la parte de la planta de donde se extrae la oleorresina, así como el lugar de donde proviene no tiene una repercusión en la elaboración de los productos alimenticios, como lo puede ser el conocimiento del operario de las Buenas Prácticas de Manufactura. Por tanto, la causa de que no se satisfagan los límites recomendados no dependería tanto de la materia prima, así como del hombre, la máquina, el método o el entorno.

Si la variable de control no afecta significativamente a la variable de medición, significa que realizar cambios en la variable de control (en este caso, la oleorresina de la hoja y el fruto de pimienta gorda, proveniente de Alta Verapaz y Petén) no tiene un efecto notable en la variable que se está determinando.

En la prueba hedónica de 5 puntos, se realizó con estudiantes de primer ingreso de la Facultad de Ingeniería, los cuales no estaban capacitados en análisis sensoriales. La prueba fue aplicada a un panel de 30 personas para cada uno de los productos. Se repartieron 5 muestras con código aleatorios, en donde se variaron 4 muestras con oleorresina de la hoja y el fruto de la pimienta gorda, procedentes tanto de Alta Verapaz como Petén y, por último, una muestra sin oleorresina. Se juzgaron los parámetros: apariencia, color, olor y sabor.

En la figura 7, se observan los resultados promedio de aceptación de la longaniza, donde su apariencia y color con oleorresina de pimienta gorda no tuvo aceptación entre el jurado, mientras que en el olor, tanto la longaniza con oleorresina de la hoja y el fruto de pimienta gorda proveniente de Petén sí tuvo aceptación del jurado. Por último, el sabor de la longaniza con oleorresina de pimienta gorda si tuvo aceptación del jurado.

Debido a que no se satisfacen los límites recomendados en los análisis microbiológicos se descarta, la muestra de longaniza con oleorresina de hoja de pimienta gorda de Alta Verapaz (Campur) y con oleorresina de fruto de pimienta gorda de Petén (San Luis). Por tanto, la muestra de longaniza con oleorresina de fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz es la de mayor aceptabilidad del jurado en su apariencia color y sabor.

En la figura 8, se observan los resultados promedio de aceptación del chorizo- La apariencia y el color del chorizo con oleorresina de fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz tuvo aceptación, mientras que en el olor y sabor el chorizo con oleorresina de pimienta gorda tuvo la aceptación entre el jurado.

Debido a que no se satisfacen los límites recomendados en los análisis microbiológicos se descarta, la muestra de chorizo con oleorresina de fruto de Alta Verapaz (Campur) y de la oleorresina de la hoja de pimienta gorda de Petén (Dolores y Melchor). Por tanto, el de mayor aceptabilidad es el chorizo con oleorresina de fruto pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz (Cahabón y Carchá) del jurado en su apariencia, color y sabor.

Debido a que no se satisfacen los límites recomendados en los análisis microbiológicos se descarta las muestras de quesos frescos con oleorresina de la hoja y el fruto de la pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.

En la figura 9, se observa los resultados promedio de aceptación del queso camembert, donde en la apariencia, únicamente el queso camembert con oleorresina de la hoja de pimienta gorda de Alta Verapaz y del fruto de pimienta gorda de Petén tienen la aceptación del jurado, mientras que el color del queso camembert con oleorresina de pimienta gorda fue aceptado por el jurado, en el olor del queso camembert con oleorresina de la hoja y el fruto de pimienta gorda proveniente de Petén tiene la aceptación del público, y por último el sabor del queso camembert con oleorresina de la hoja pimienta gorda de Alta Verapaz y del fruto de pimienta gorda de Petén. Por tanto, el producto de mayor aceptación es el queso camembert con oleorresina del fruto de la pimienta gorda de Petén.

Para embutidos, la muestra con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptación entre el jurado, esto debido a que, al ser el extracto del fruto de la pimienta gorda, se pueden obtener mejores propiedades organolépticas en la oleorresina, que con el extracto de la hoja de la pimienta gorda. Y mediante la prueba de aceptabilidad se determinó que es mejor utilizar la oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz, que de Petén. Esto se debe a que, de acuerdo con el entorno en el cual se desarrolla la planta de pimienta gorda, interviene en la calidad del producto final, de donde se extrae sus propiedades organolépticas.

Para las tablas XIV – XVII y XX- XXVII en donde se acepta la hipótesis nula. Se infiere que las medias de la aceptabilidad apariencia, color, olor y sabor para los productos alimenticios no difieren significativamente entre sí. La oleorresina de diferentes partes de la planta de la pimienta gorda procedente de Alta Verapaz y Petén no afecta significativamente al nivel de aceptabilidad de la apariencia, color, olor y sabor de la longaniza, el chorizo y el queso camembert.

Esto debido a que la oleorresina no repercute en la aceptabilidad de los productos alimenticios a los que se aplicó, y el panel de jueces no percibió una variación significativa en la apariencia, color, olor y sabor de la longaniza, chorizo, queso fresco o queso camembert con la oleorresina de hoja y fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén. Esto se debe a que, independientemente de la parte de la planta y la procedencia, las propiedades organolépticas captadas en la extracción son similares entre sí.

Para las tablas XIV, XVIII y XIX en la apariencia de la longaniza se rechaza la hipótesis nula. De esto se infiere que las medias de la apariencia de la longaniza si difieren significativamente entre sí. La oleorresina de la hoja y el fruto de la pimienta gorda procedente de Alta Verapaz y Petén afectan significativamente a la apariencia de la longaniza. Mediante la prueba de Tukey se encontró que existe diferencia significativa entre la oleorresina de hoja y fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz. Los jueces comentaron que el contenido de grasa de la longaniza es alto y, dado que las muestras se degustaron frías, la apariencia de la grasa sólida no fue agradable para los jueces, principalmente, en las muestras con oleorresina de la hoja de Alta Verapaz.

Para las tablas XXVII, XXVIII y XXIX, en el sabor del queso camembert se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que las medias del sabor del queso camembert si difieren significativamente entre sí. La oleorresina de la hoja y el fruto de la pimienta gorda procedente de Alta Verapaz y Petén afectan significativamente al sabor del queso camembert. Mediante la prueba de Tukey se encontró que existe significancia en la muestra de oleorresina del fruto de pimienta proveniente de Alta Verapaz y Petén. Los comentarios de los jueces indican que la muestra de Alta Verapaz es más salada, amarga y acida que la muestra de Petén. Debido a que es un queso maduro blando, al no obtener las condiciones de humedad y temperatura, pudo haber adquirido un sabor diferente al esperado.

En la figura 10, se observó que el sabor de la longaniza con oleorresina del fruto de la pimienta gorda de Alta Verapaz tuvo aceptación por los jueces. Mientras que la apariencia, el color y el sabor de la longaniza sin oleorresina tuvieron la aceptación de los jueces. La aceptación de la apariencia y el color fue mayor en la longaniza sin oleorresina, mientras que la aceptación del olor y sabor fue mayor en la longaniza con oleorresina. Esto es debido a que, en la longaniza con oleorresina, se observó grasa en estado sólido que le daba una mala apariencia y que el color no fuera el adecuado.

En la figura 11, la apariencia, color, olor y sabor del chorizo con oleorresina del fruto de la pimienta gorda de Alta Verapaz y sin oleorresina tuvieron la aceptación del panel de jueces. Siendo mayor la aceptación de la apariencia y el color en el chorizo sin oleorresina, mientras que es mayor la aceptación del olor y el sabor del chorizo con oleorresina. Así, como sucedió con la longaniza, el chorizo fue servido frío para el análisis sensorial, por lo que la grasa se solidificó y su apariencia y color fueron desagradables.

No se pudo realizar la comparación debido a que las muestras de queso fresco con oleorresina no cumplieron con los requerimientos del Reglamento Centroamericano en los análisis microbiológicos.

En la figura 12, la apariencia, color, olor y sabor del queso camembert con oleorresina de fruto de la pimienta gorda de Petén tuvo aceptación en el panel de jueces. Mientras el color del queso camembert sin oleorresina fue el único que tuvo aceptación en los jueces. La aceptación de la apariencia, color y sabor en el queso camembert con oleorresina fue mayor, mientras que tuvo mayor aceptación el color del queso camembert sin oleorresina.

CONCLUSIONES

1. Las muestras de longaniza analizadas en el laboratorio satisfacen los límites RTCA 67.04.50:08 recomendados a excepción de la longaniza con oleorresina de la hoja de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz (Campur) y la longaniza con oleorresina del fruto de pimienta gorda proveniente de Petén (San Luis).
2. Las muestras de chorizo analizadas en el laboratorio satisfacen los límites RTCA 67.04.50:08 recomendados a excepción del chorizo con oleorresina del fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz (Campur) y el chorizo con oleorresina de la hoja de pimienta gorda proveniente de Petén (Dolores y Melchor).
3. Las muestras de queso fresco analizadas en el laboratorio no satisfacen los límites RTCA 67.04.50:08 recomendados.
4. Las muestras de queso camembert analizadas en el laboratorio satisfacen los límites RTCA 67.04.50:08 recomendados.
5. Se estableció que el nivel de aceptabilidad cumple en el olor de la longaniza de la oleorresina de fruto y hoja de la pimienta gorda, proveniente de Petén y en el sabor de todas las muestras de longaniza con oleorresina de pimienta gorda.

6. Se estableció que el nivel de aceptabilidad cumple en la apariencia y color, del chorizo con oleorresina del fruto de la pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz, mientras que cumple con el olor y sabor de todas las muestras de chorizo con oleorresina de pimienta gorda.
7. Se estableció que el nivel de aceptabilidad cumple en el color del queso fresco con oleorresina del fruto de la pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y el color de la oleorresina de la hoja y el fruto de la pimienta gorda proveniente de Petén.
8. Se estableció que el nivel de aceptabilidad cumple en la apariencia del queso camembert con oleorresina de la hoja de pimienta gorda de Alta Verapaz y con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Petén. Mientras que se acepta el color todas las muestras de queso camembert con oleorresina de pimienta gorda. Para el olor se acepta el queso camembert con oleorresina proveniente de Petén. Y, para el sabor, se acepta el queso camembert con oleorresina de la hoja de pimienta goda de Alta Verapaz y con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Petén.
9. La longaniza con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptabilidad. Al compararla con una muestra sin oleorresina, tiene mayor aceptación la apariencia y el color de la longaniza sin oleorresina, mientras es más aceptado el olor y el sabor de la longaniza con oleorresina de pimienta gorda.

10. El chorizo con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptabilidad. Al compararlo con una muestra sin oleorresina, tiene mayor aceptación en la apariencia y color el chorizo sin oleorresina, mientras que tiene mayor aceptación en el olor y sabor el chorizo con oleorresina.
11. El queso fresco con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz es el de mayor aceptabilidad. Al compararlo con una muestra sin oleorresina, tiene mayor aceptación en la apariencia, color, olor y sabor del queso fresco sin oleorresina.
12. El queso camembert con oleorresina del fruto de pimienta gorda de Petén es el de mayor aceptabilidad. Al compararlo con una muestra sin oleorresina, tiene mayor aceptación en la apariencia, olor y sabor el queso camembert con oleorresina de pimienta gorda, mientras que en el olor tiene mayor aceptación sin oleorresina de pimienta gorda.
13. Dado que $F < F_{CRITICA}$, se acepta la hipótesis nula. Esto infiere que las medias de los análisis microbiológicos: recuento de coliformes fecales y *Escherichia coli* no difieren significativamente entre sí, para los productos alimenticios: longaniza, chorizo, queso fresco y queso camembert. La aplicación de oleorresina de hoja y fruto de pimienta gorda de los departamentos de Alta Verapaz y Petén no afecta significativamente al análisis microbiológico.

14. Dado que $F < F_{CRITICA}$, se acepta la hipótesis nula. Esto infiere que las medias del nivel de aceptabilidad de la apariencia, el color, olor y sabor de los productos alimenticios no difieren significativamente entre sí. La aplicación de la oleorresina de la hoja y fruto de pimienta gorda de Alta Verapaz y Petén no afecta significativamente al nivel de aceptabilidad, a excepción de la apariencia de la longaniza, donde difieren significativamente entre si la apariencia de la longaniza con adición de oleorresina de la hoja y el fruto de Alta Verapaz, y el sabor del queso camembert, donde difieren entre significativamente entre si el sabor del queso camembert con adición de oleorresina de fruto de pimienta gorda proveniente de Alta Verapaz y Petén.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar al personal en Buenas Prácticas de Manufactura, antes de manipular los alimentos a los cuales se les aplicará la oleorresina.
2. Formular distintos productos alimenticios, variando la cantidad de saborizantes, para determinar la dosis óptima.
3. Realizar el análisis sensorial con un mínimo de 150 personas que conformen el panel de jueces.
4. Realizar un análisis sensorial con jueces expertos para ver si existe diferencia significativa entre la oleorresina de diferentes niveles altitudinales de un mismo departamento, mediante una prueba triangular.
5. Realizar la prueba hedónica de 5 puntos al queso fresco para medir su nivel de aceptación.
6. Delimitar el mercado al cual va dirigido el producto, realizar la prueba sensorial a padres de familia ya que a ellos se les venderá el producto.

BIBLIOGRAFÍA

1. BANDONI, Arnoldo. *Los Recursos Vegetales Aromáticos en Latinoamérica: su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores*. 2ª ed. Argentina: CYTED, 2003. 27 p.
2. COLMENERO JIMÉNEZ F, SANTAOLALLA CABALLO J. *Principios básicos de elaboración de embutidos*. España: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, 2000. 7 p.
3. GONZÁLEZ VILLAREAL, Manuel. *Tecnología de la elaboración de queso blanco, amarillo y yogurt*. Panamá: AMPYME, 2000. 16 p.
4. MARMION, Daniel M. *Handbook of US: colorants foods, drugs, and cosmetic*. 2ª ed. Estados Unidos: John Wiley & Sons, 1984. 389 p.
5. Ministerio de Economía. Norma COGUANOR para productos cárnicos. Guatemala: Ministerio de Economía, 1999. 3 p.
6. RUTILLO, Carlos. *Paquete Tecnológico Pimienta Gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill)*. México: Universidad Autónoma Chapingo, 2013. 16 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Muestra de Cálculo

Análisis estadístico

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

Total

$$T = \sum X_i$$

[Ecuación 1]

Donde:

T : Total

$\sum X_i$: Sumatoria de las diferentes corridas.

Ejemplo

Para el análisis sensorial en la prueba de aceptabilidad del chorizo, en la apariencia se obtuvieron los siguientes datos 3, 4, 4, 4, 5, 3, 4, 4, 4, 4, 3, 5, 4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 1, 4, 4, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 2.

Determinar el total.

$$T = 3 + 4 + 4 + 4 + 5 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 3 + 5 + 4 + 2 + 3 + 4 + 4 + 4 + 3 + 1 + 4 + 4 + 4 + 5 + 4 + 5 + 5 + 4 + 4 + 2 = 113$$

Continuación del apéndice 1.

Media

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

[Ecuación 2]

Donde:

\bar{X} : Media

T : Total

n : Número de corridas.

Ejemplo:

Para el análisis sensorial en la prueba de aceptabilidad del chorizo, en la apariencia se obtuvieron los siguientes datos 3, 4, 4, 4, 5, 3, 4, 4, 4, 4, 3, 5, 4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 1, 4, 4, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 2. Determinar la media de los datos.

$$T = \frac{3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 5 + \dots + 5 + 5 + 4 + 4 + 2}{30} = \frac{113}{30} = 3.77$$

Desviación estándar

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

[Ecuación 3]

Donde:

S : Desviación estándar

X_i : Dato de cada corrida.

\bar{X} : Media

n : Número de corridas.

Continuación del apéndice 1.

Ejemplo

Para el análisis sensorial en la prueba de aceptabilidad del chorizo, en la apariencia se obtuvieron los siguientes datos 3, 4, 4, 4, 5, 3, 4, 4, 4, 4, 3, 5, 4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 1, 4, 4, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 2. Y una media de 3.77.

Determinar la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{(3.77 - 3)^2 + (3.77 - 4)^2 + (3.77 - 4)^2 + \dots + (3.77 - 2)^2}{30}} = 0.93$$

Varianza

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

[Ecuación 4]

Donde:

S^2 : Varianza

X_i : Dato de cada corrida.

\bar{X} : Media

n : Número de corridas.

Ejemplo:

Para el análisis sensorial en la prueba de aceptabilidad del chorizo, en la apariencia se obtuvieron los siguientes datos 3, 4, 4, 4, 5, 3, 4, 4, 4, 4, 3, 5, 4, 2, 3, 4, 4, 4, 3, 1, 4, 4, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 2.

Determinar el total.

$$S^2 = \frac{(3.77 - 3)^2 + (3.77 - 4)^2 + (3.77 - 4)^2 + \dots + (3.77 - 2)^2}{30} = 0.87$$

Continuación del apéndice 1.

Tabla de Anova

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

Diseño de la clasificación unidireccional con efectos fijos

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

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

[Ecuación 1]

Donde:

SST : Suma de cuadrados para tratamientos

SSE : Suma de cuadrados para error.

T : Total.

X_i : Dato de cada corrida.

N : Total de repeticiones realizadas por cada experimento.

n : Número de corridas.

$MSTR$: Promedio de los cuadrados para tratamiento.

SSE : Promedio de los Cuadrados para error.

F : Valor de Fisher.

Continuación del apéndice 1.

Ejemplo:

El valor de Fisher fue comparado con el valor de F crítico, el cual fue determinado por medio del uso de Excel, a partir de la opción Análisis de datos en la sección Análisis de Varianza de un solo factor. A continuación, se muestra el análisis para la prueba hedónica de 5 puntos a los diferentes productos alimenticios.

Información para el análisis estadístico de la prueba organoléptica del chorizo con adición de oleorresina

Parámetro	Hoja Alta Verapaz	Fruto Alta Verapaz	Hoja Petén	Fruto Petén	Sin Oleorresina
Apariencia	3,77	4,23	3,93	3,83	4,27
Color	3,93	4,10	3,77	3,67	4,53
Olor	4,20	4,27	4,00	4,40	4,07
Sabor	4,23	4,50	4,47	4,30	4,37
Promedio	4,03	4,28	4,04	4,05	4,31

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Información para el análisis estadístico de la prueba organoléptica de la longaniza con adición de oleorresina

Parámetro	Hoja Alta Verapaz	Fruto Alta Verapaz	Hoja Petén	Fruto Petén	Sin Oleorresina
Apariencia	3,33	3,93	3,87	3,53	4,40
Color	3,40	3,93	3,60	3,77	4,37
Olor	3,93	3,97	4,37	4,00	3,90
Sabor	4,13	4,30	4,20	4,30	4,03
Promedio	3,70	4,03	4,01	3,90	4,18

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Continuación del apéndice 1.

**Información para el análisis estadístico de la prueba organoléptica
del queso fresco con adición de oleorresina**

Parámetro	Hoja Alta Verapaz	Fruto Alta Verapaz	Hoja Petén	Fruto Petén	Sin Oleorresina
Apariencia	2,47	3,27	3,13	3,13	4,47
Color	3,83	4,03	4,07	4,20	4,30
Olor	3,00	3,63	3,63	3,37	4,17
Sabor	2,47	3,27	3,13	3,13	4,47
Promedio	2,94	3,55	3,49	3,46	4,35

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

**Información para el análisis estadístico de la prueba organoléptica
del queso camembert con adición de oleorresina**

Parámetro	Hoja Alta Verapaz	Fruto Alta Verapaz	Hoja Petén	Fruto Petén	Sin Oleorresina
Apariencia	4,23	3,83	3,90	4,47	3,80
Color	4,00	4,00	4,27	4,20	4,83
Olor	3,77	3,73	4,13	4,10	3,63
Sabor	4,00	3,30	3,67	4,03	3,57
Promedio	4,00	3,72	3,99	4,20	3,96

Fuente: elaboración propia, empleando Excel.

Apéndice 2. Desarrollo experimental

Elaboración de embutidos



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

Elaboración del queso fresco



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

Elaboración del queso camembert



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 2.

Análisis sensorial



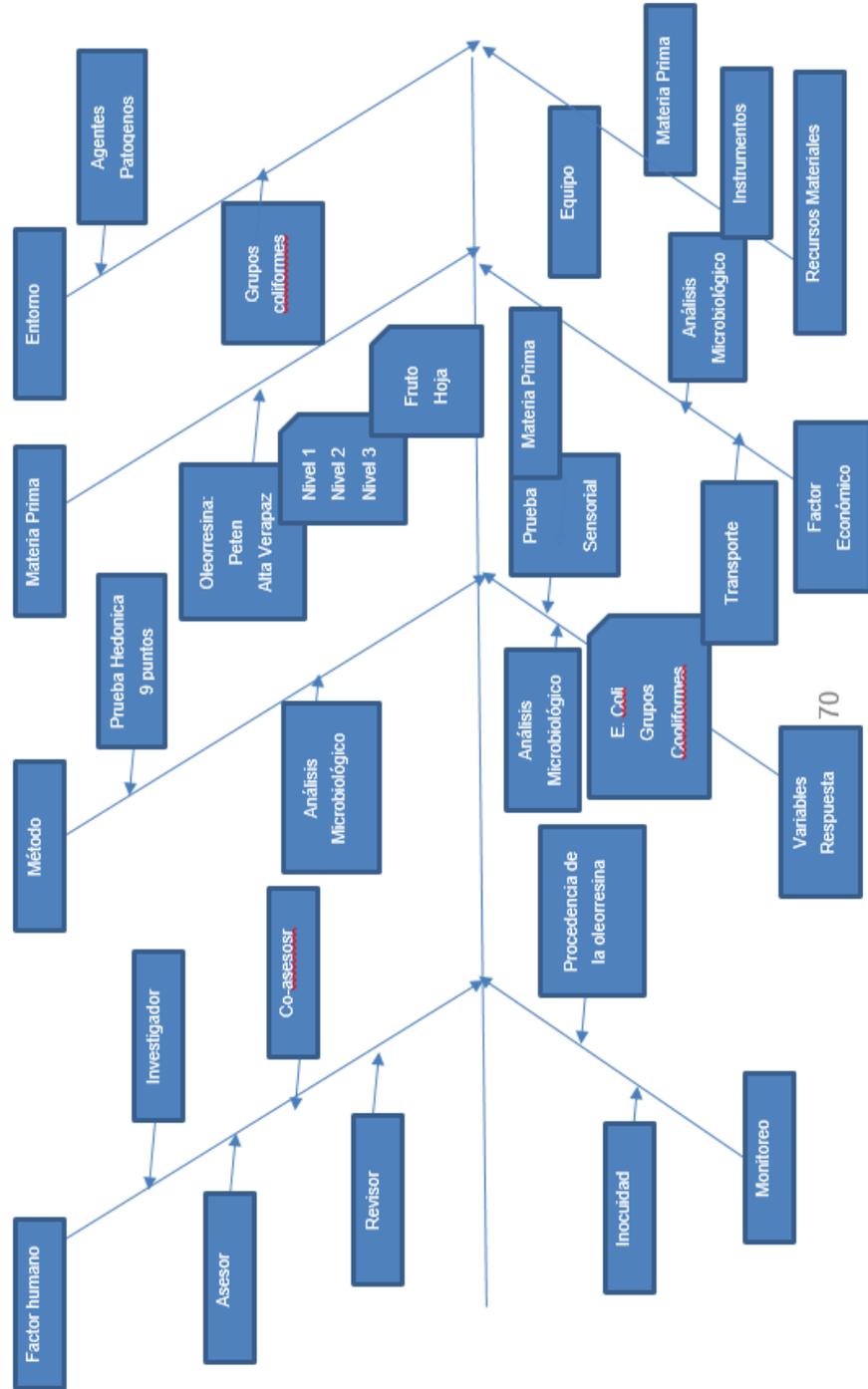
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Requisitos académicos**

Carrera	Área	Curso	Tema Especifico
Ingeniería Química	Química	Análisis Instrumental	Métodos Instrumentales
		Química Orgánica	Nomenclatura y propiedades de compuestos químicos
		Microbiología	Microbiología de Alimentos
	Operaciones unitarias	Transferencia de masa	Difusión, Destilación.
		Transferencia de masa en unidades continuas	Secado
		Operaciones Unitarias Complementarias.	Manejo de Sólidos
	Fisicoquímica	Extracciones Industriales	Temática de Oleorresinas
		Procesos químicos industriales	Procesos utilizados a escala industrial
	Ciencias Básicas y Complementarias.	Estadística 2	Análisis estadístico

Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Apéndice 4. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

ANEXOS

Figura 1. Informe de resultados de análisis microbiológico de la longaniza

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. de ingreso: 1-24 No. De muestra: 24 (Veinticuatro)

Dirigido a: Emilio Galindo Ingreso: 12/03/18

Inicio de análisis: 12/03/18

Reporte resultados: 19/03/18

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
1	Longaniza	1	200 NMP/g	< 3 NMP/g
2	Longaniza	3	100 NMP/g	< 3 NMP/g
3	Longaniza	5	200 NMP/g	< 3 NMP/g
4	Longaniza	12	100 NMP/g	< 3 NMP/g
5	Longaniza	15	100 NMP/g	< 3 NMP/g
6	Longaniza	17	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
7	Longaniza	18	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
8	Longaniza	21	200 NMP/g	< 3 NMP/g
9	Longaniza	23	2,000 NMP/g	< 3 NMP/g

Limites RTCA: Coliformes fecales 460 NMP/g
Escherichia coli: < 3 NMP/g

1^a Calle 6-47 zona 1
Teléfono: 22531319
lafymusac@imehnet.com

LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS LAFYM PROGRAMA D.C. QUATEMALA P.

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

Figura 2. Informe de resultados de análisis microbiológico de la longaniza y el chorizo

Universidad de San Carlos de Guatemala

 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

2

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
10	Longaniza	25	1,000 NMP/g	< 3 NMP/g
11	Longaniza	28	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
12	Longaniza	29	200 NMP/g	< 3 NMP/g
13	Chorizo	7	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
14	Chorizo	9	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
15	Chorizo	10	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
16	Chorizo	11	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
17	Chorizo	12	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
18	Chorizo	13	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g

Límites RTCA: Coliformes fecales 460 NMP/g
Escherichia coli: < 3 NMP/g



3^a Calle 6-47 zona 1
 TeleFax: 22531319
 lafymusac@intelnnet.com

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

Figura 3. Informe de resultados de análisis microbiológico del chorizo

Universidad de San Carlos de Guatemala

 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

3

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
19	Chorizo	16	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
20	Chorizo	31	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
21	Chorizo	30	< 3.0 NMP/g	< 3 NMP/g
22	Chorizo	32	10,000 NMP/g	< 3 NMP/g
23	Chorizo	35	1,000 NMP/g	< 3 NMP/g
24	Chorizo	36	10,000 NMP/g	< 3 NMP/g

Límites RTCA: Coliformes fecales 460 NMP/g
Escherichia coli: < 3 NMP/g

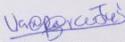
CONCLUSIÓN:

Las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados, a excepción de las muestras 9, 10, 22, 23 y 24.

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
 *Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

I. Nomenclatura utilizada:

NMP/g Número más probable por gramo
 RTCA Reglamento Técnico Centroamericano


 Licda. Vera Paredes, QB
 Analista


 LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS LAFYM PROGRAMA EDC. GUATEMALA, C. A.


 Licda. Ana E. Rodas de García, QB
 Jefa LAFYM

Licda. Ana E. Rodas García
 QUÍMICA BIÓLOGA
 COL. 2323

3ª Calle 6-47 zona 1
 TeleFax: 22531319
 lafymusac@intelnnett.com

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

Figura 5. Informe de resultados de análisis microbiológico del queso fresco

Universidad de San Carlos de Guatemala


 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

2

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
34	Queso fresco	27	2.0×10^7 UFC/g	< 10 UFC/g
35	Queso fresco	33	2.0×10^7 UFC/g	< 10 UFC/g
36	Queso fresco	34	2.0×10^7 UFC/g	< 10 UFC/g

Límites RTCA: Coliformes fecales 10^5 UFC/g
Escherichia coli: < 10 UFC/g

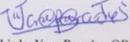
CONCLUSIÓN:

Las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio no satisfacen los límites recomendados.

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
 *Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

I. Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo
 RTCA Reglamento técnico centroamericano


 Licda. Vera Paredes, QB
 Analista


 Licda. Ana Rodas de García, QB
 Jefatura LAFYM



Licda. Ana E. Rodas García
 QUÍMICA BIÓLOGA
 COL. 2323

3ª Calle 6-47 zona 1
 TeleFax: 22531319
 lafymusac@intlnet.com

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

Figura 6. **Informe de resultados de análisis microbiológico del queso camembert**

Universidad de San Carlos de Guatemala

 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. de ingreso: 1-12 No. De muestra: 12 (Veinticuatro)

Dirigido a: Emilio Galindo Ingreso: 24/07/18

Inicio de análisis: 24/07/18
 Reporte resultados: 30/07/18

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
1	Queso camembert	2	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
2	Queso camembert	7	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
3	Queso camembert	9	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
4	Queso camembert	10	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
5	Queso camembert	11	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
6	Queso camembert	13	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
7	Queso camembert	16	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
8	Queso camembert	30	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
9	Queso camembert	31	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Límites RTCA: Coliformes fecales < 10 UFC/g
Escherichia coli: < 10 UFC/g

3ª Calle 6-47 zona 1
 TeleFax: 22531319
 lafymusac@intelnet.com

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

Figura 7. Informe de resultados de análisis microbiológico del queso camembert

Universidad de San Carlos de Guatemala

 Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia
 Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos LAFYM

2

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
10	Queso camembert	32	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
11	Queso camembert	35	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
12	Queso camembert	36	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Límites RTCA: Coliformes fecales 460 NMP/g
Escherichia coli: < 3 NMP/g

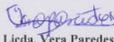
CONCLUSIÓN:

Las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados.

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
 *Estos informe pertenecen única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

I. Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades formadora de colonias por gramo
 RTCA Reglamento técnico centroamericano


 Licda. Vera Paredes, QB
 Analista




 Licda. Ana Rodas de Garcia, QB
 Jefatura LAFYM

Licda. Ana E. Rodas García
 QUÍMICA BIÓLOGA
 COL. 2323

3ª Calle 6-47 zona 1
 TeleFax: 22531319
 lafymusac@intelnnet.com

Fuente: Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), USAC.

