



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

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL DE
HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE
DE TRES NIVELES ALTITUDINALES DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**

Astrid Dinora Solares Ramírez

Asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales e

Ing. Mario José Mérida Meré

Guatemala, enero de 2020

NIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL DE
HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE
DE TRES NIVELES ALTITUDINALES DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ASTRID DINORA SOLARES RAMÍREZ

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

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, ENERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobar Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza González
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí 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 COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE TRES NIVELES ALTITUDINALES DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 19 de julio de 2016.



Astrid Dínora Solares Ramírez



Guatemala, 18 de julio de 2019

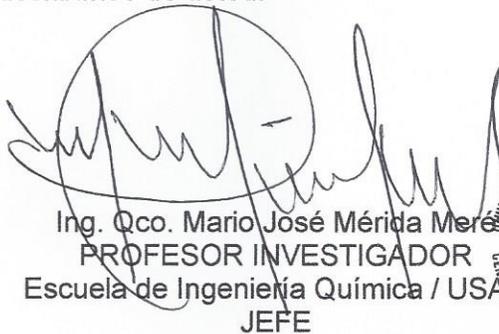
Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

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 COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE TRES NIVELES ALTITUDINALES DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN”**, de la estudiante de Ingeniería Química Astrid Dinora Solares Ramírez quien se identifica con el carné número 201021234 y código único de identificación (CUI) 2134628770608.

Sin otro particular nos suscribimos de usted.

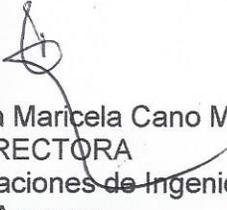
Atentamente,


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



INGENIERO QUÍMICO
Mario José Mérida Meré
Colegiado 1411

Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales –LIEXVE–
Sección Química Industrial
Centro de Investigaciones de Ingeniería / CII
Asesor


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

INGENIERA QUÍMICA
Telma Maricela Cano M.
Colegiada 433



Guatemala, 23 septiembre de 2019.
Ref. EIQ.TG-IF.034.2019.

Ingeniero
Williams Guillermo Álvarez Mejía
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el registro de evaluación del informe final correlativo **041-2016** 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 la estudiante universitaria: **Astrid Dinora Solares Ramírez.**
Identificada con número de carné: **2134628770608.**
Identificada con registro académico: **201021234.**
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA.**

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

**FORMULACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL
DE HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill),
PROVENIENTE DE TRES NIVELES ALTITUDINALES 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, procedér con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.001.2020

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación, de la carrera de Ingeniería Química, de la estudiante, **ASTRID DINORA SOLARES RAMÍREZ** titulado: **“FORMULACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESENCIAL DE HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), PROVENIENTE DE TRES NIVELES ALTITUDINALES 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. Williams C. Alvarez Mejía; M.I.Q., M.U.I.E
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, enero de 2020

Cc: Archivo
WGAM/ale



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS A PARTIR DE ACEITE ESCENCIAL DE HOJAS Y FRUTOS DE LA PIMIENTA DIOICA (*Pimenta dioica (L.) Merrill*), PROVENIENTE DE TRES NIVELES ALTITUDINALES DE ALTA VERAPAZ Y PETÉN**, presentado por la estudiante universitaria: **Astrid Dinora Solares Ramírez** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero de 2020.

AACE/asga
cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su misericordia y darme la sabiduría para lograr alcanzar esta meta.
- Mis padres** Víctor Solares y Vilma Ramírez, por su amor, apoyo incondicional y ser de inspiración en mi vida.
- Mis hermanos** Manuel Solares y Norma Solares, por su cariño y apoyo en todo momento.
- Mis sobrinos** Manuel, Víctor y Ariana, por su cariño y ser mi motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por su fidelidad.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme las herramientas necesarias para formar las bases de mi conocimiento profesional.
Mi familia	Por su cariño y apoyo incondicional.
Mis hermanos en la fe	Por su apoyo en todo momento y ser de ejemplo en mi vida.
Mis amigos de la facultad	Por su amistad y los momentos compartidos.
Mis asesores	Inga. Telma Cano e Ing. Mario Mérida, por su apoyo y compartir su conocimiento para la elaboración del trabajo de graduación.
Mi revisor	Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez, por su dedicación y valioso apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXIII
HIPÓTESIS.....	XXV
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Pimienta gorda	3
2.2. Descripción de la planta de pimienta dioica.....	3
2.2.1. Forma	3
2.2.2. Copa / hojas.....	4
2.2.3. Tronco / ramas.....	4
2.2.4. Corteza	5
2.2.5. Flores.....	5
2.2.6. Frutos	5
2.2.7. Semillas	5
2.2.8. Raíz	5
2.2.9. Sexualidad.....	6
2.3. Fenología.....	6
2.3.1. Follaje	6
2.3.2. Floración.....	6

2.3.3.	Fructificación	6
2.3.4.	Polinización	6
2.4.	Aspectos fisiológicos	7
2.4.1.	Interferencia	7
2.4.2.	Producción de hojas, frutos, semillas y madera	7
2.4.3.	Regeneración	7
2.4.4.	Germinación	8
2.5.	Aceites esenciales.....	8
2.5.1.	Clasificación de aceites esenciales	8
2.5.1.1.	Consistencia.....	9
2.5.1.1.1.	Esencias.....	9
2.5.1.1.2.	Bálsamos	9
2.5.1.1.3.	Resinas	9
2.5.1.1.4.	Oleoresinas.....	10
2.5.1.1.5.	Gomoresinas.....	10
2.5.1.2.	Origen.....	10
2.5.1.2.1.	Aceites esenciales naturales	11
2.5.1.2.2.	Aceites esenciales artificiales	11
2.5.1.2.3.	Aceites esenciales sintéticos	11
2.5.1.3.	Naturaleza química	11
2.5.2.	Características físicas de los aceites esenciales.....	12
2.5.3.	Características químicas de los aceites esenciales	12
2.5.3.1.	No terpenoides	13
2.5.3.2.	Terpenoides	13
2.5.3.2.1.	Fenoles	14

2.5.4.	Procesos industriales aplicados a los aceites esenciales.....	15
2.5.4.1.	Métodos de obtención	15
2.5.4.1.1.	Destilación por arrastre de vapor	15
2.5.4.1.2.	Expresión del pericarpio.....	16
2.5.4.1.3.	Disolución en grasa (enfleurage)	16
2.5.4.1.4.	Extracción con disolventes orgánicos ...	17
2.5.4.1.5.	Extracción con gases en condiciones supercríticas	17
2.5.5.	Usos industriales de los aceites esenciales.....	18
2.5.5.1.	Industria alimentaria	18
2.5.5.2.	Industria farmacéutica	18
2.5.5.3.	Industria de cosméticos	18
2.5.5.4.	Industria de productos de uso veterinario.....	19
2.5.5.5.	Desodorantes industriales	19
2.6.	Aceite esencial de pimienta gorda.....	19
2.6.1.	Uso terapéutico.....	19
2.6.2.	Usos culinarios y gastronomía.....	20
2.6.3.	Beneficios de la pimienta gorda.....	20
2.7.	Cosmetología	21
2.7.1.	Cosmético.....	21
2.7.2.	Formas cosméticas.....	22
2.7.2.1.	Principio activo.....	22

	2.7.2.2.	Excipientes	22
	2.7.2.3.	Aditivos	23
	2.7.3.	Formas cosméticas que dependen del excipiente... ..	23
	2.7.3.1.	Emulsiones	23
	2.7.3.2.	Pastillas	24
2.8.		Química del jabón	24
	2.8.1.	Saponificación	24
	2.8.2.	Función de los jabones	25
2.9.		Programa de seguridad de la industria de la fragancia	25
3.		METODOLOGÍA	27
	3.1.	Localización	27
	3.2.	Recursos humanos disponibles	27
	3.3.	Variables	28
	3.3.1.	Variables de respuesta.....	29
	3.4.	Delimitación del campo de estudio.....	29
	3.5.	Obtención de las muestras.....	30
	3.5.1.	Lugar de obtención de materia prima.....	30
	3.5.2.	Lugar de experimentación	30
	3.5.2.1.	Extracción del aceite esencial	30
	3.5.2.2.	Análisis microbiológico del aceite esencial	31
	3.5.2.3.	Formulación y análisis fisicoquímicos de los cosméticos.....	31
	3.5.2.4.	Análisis microbiológico a cosméticos ...	31
	3.5.2.5.	Análisis sensorial.....	32
	3.6.	Recursos materiales disponibles.....	32
	3.6.1.	Materia prima	32
	3.6.2.	Reactivos.....	33

3.6.3.	Equipo	34
3.7.	Técnica cualitativa y cuantitativa	35
3.7.1.	Procedimiento para elaboración de crema relajante.....	35
3.7.1.1.	Concentración de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill) en formulaciones	36
3.7.1.2.	Formulación.....	36
3.7.1.3.	Procedimiento.....	37
3.7.2.	Procedimiento para la elaboración de la loción astringente.....	38
3.7.3.	Procedimiento para la elaboración de jabón de tocador.....	39
3.7.4.	Procedimiento del análisis organoléptico para control de calidad.....	40
3.7.4.1.	Apariencia.....	41
3.7.4.2.	Color.....	41
3.7.4.3.	Olor.....	41
3.7.5.	Análisis fisicoquímico a cremas y loción astringente.....	41
3.7.5.1.	Potencial de hidrógeno	41
3.7.5.2.	Densidad	42
3.7.5.3.	Viscosidad	42
3.7.6.	Análisis fisicoquímico a jabón de tocador	43
3.7.6.1.	Especificaciones de control de calidad para jabones de tocador.....	43
3.7.6.2.	Alcalinidad libre en jabones	43

3.7.6.2.1.	Procedimiento de alcalinidad libre en jabones.....	44
3.7.6.3.	Materia total insoluble en alcohol (sales alcalinas), en jabón	45
3.7.6.3.1.	Procedimiento de materia total insoluble en alcohol.....	45
3.7.7.	Procedimiento de análisis microbiológico en cosméticos	46
3.7.8.	Procedimiento de análisis sensorial en cosméticos	47
3.8.	Recolección y ordenamiento de la información	48
3.8.1.	Análisis estadístico.....	66
4.	RESULTADOS.....	85
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	93
	CONCLUSIONES.....	103
	RECOMENDACIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA.....	107
	APÉNDICES.....	111
	ANEXOS.....	171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol de la pimienta gorda	4
2.	Grupos funcionales	14
3.	Molécula de eugenol	15
4.	Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón	24
5.	Límites de eugenol en el producto terminado	26

TABLAS

I.	Materia prima en la formulación de crema relajante	32
II.	Materia prima en la formulación de loción astringente	33
III.	Materia prima en la formulación de jabón de tocador	33
IV.	Reactivos en pruebas fisicoquímicas	33
V.	Equipo utilizado en la formulación de productos cosméticos y pruebas fisicoquímicas.....	34
VI.	Cristalería utilizada en la formulación de productos cosméticos y pruebas fisicoquímicas.....	34
VII.	Recursos generales	35
VIII.	Concentración de eugenol en productos cosméticos.....	36
IX.	Formulación de crema relajante.....	37
X.	Formulación de loción astringente	39
XI.	Formulación de jabón de tocador.....	40

XII.	Parámetros de control de alcalinidad libre y materia insoluble en alcohol de jabón de tocador.....	43
XIII.	Especificaciones establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 Productos cosméticos, verificación de la calidad.....	46
XIV.	Escala hedónica para la evaluación sensorial de color, olor, consistencia y aceptabilidad en general	48
XV.	Caracterización organoléptica de crema relajante, proveniente de aceite esencial de frutos	49
XVI.	Caracterización organoléptica de crema relajante, proveniente de aceite esencial de hojas.....	49
XVII.	Caracterización organoléptica de loción astringente, proveniente de aceite esencial de frutos	50
XVIII.	Caracterización organoléptica de loción astringente, proveniente de aceite esencial de hojas.....	50
XIX.	Caracterización organoléptica de jabón de tocador, proveniente de aceite esencial de frutos	51
XX.	Caracterización organoléptica de jabón de tocador, proveniente de aceite esencial de hojas.....	51
XXI.	Medición de pH de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos.....	52
XXII.	Medición de pH de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas	52
XXIII.	Medición de pH de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos.....	53
XXIV.	Medición de pH de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas	53
XXV.	Medición de pH de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos de pimienta dioica	54

XXVI.	Medición de pH de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas.....	54
XXVII.	Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos	55
XXVIII.	Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas	55
XXIX.	Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos	56
XXX.	Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas.....	56
XXXI.	Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos.....	57
XXXII.	Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas	57
XXXIII.	Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos ...	58
XXXIV.	Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas....	59
XXXV.	Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos	59
XXXVI.	Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas.....	60
XXXVII.	Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos	60
XXXVIII.	Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas	61
XXXIX.	Análisis microbiológico de aceite esencial de frutos de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	62
XL.	Análisis microbiológico de aceite esencial de hojas de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	62
XLI.	Análisis microbiológico de crema relajante proveniente de aceite esencial de frutos	63
XLII.	Análisis microbiológico de crema relajante proveniente de aceite esencial de hojas	63
XLIII.	Análisis microbiológico de loción astringente proveniente de aceite esencial de frutos	64

XLIV.	Análisis microbiológico de loción astringente proveniente de aceite esencial de hojas	64
XLV.	Análisis microbiológico de jabón de tocador proveniente de aceite esencial de frutos.....	65
XLVI.	Análisis microbiológico de jabón de tocador proveniente de aceite esencial de hojas	65
XLVII.	Potencial de hidrógeno de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	66
XLVIII.	ANOVA del potencial de hidrógeno de crema e esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	66
XLIX.	Potencial de hidrógeno de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	67
L.	ANOVA del potencial de hidrógeno de crema relajante, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	67
LI.	Potencial de hidrógeno de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor	68
LII.	ANOVA del potencial de hidrógeno de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial	68
LIII.	Datos de potencial de hidrógeno de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	68
LIV.	ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	69
LV.	Datos de potencial de hidrógeno de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	69
LVI.	ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	69

LVII.	Potencial de hidrógeno de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	70
LVIII.	ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial	70
LIX.	Datos de potencial de hidrógeno de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos	70
LX.	ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	71
LXI.	Datos de potencial de hidrógeno de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	71
LXII.	ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	71
LXIII.	Potencial de hidrógeno de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	72
LXIV.	ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial	72
LXV.	Datos de densidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos	72
LXVI.	ANOVA de densidad de crema relajante, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	73
LXVII.	Datos de densidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	73
LXVIII.	ANOVA de densidad de crema relajante, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	73
LXIX.	Densidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor	74

LXX.	ANOVA de densidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial	74
LXXI.	Datos de densidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	74
LXXII.	ANOVA de densidad de loción astringente de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	75
LXXIII.	Datos de densidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas.....	75
LXXIV.	ANOVA de densidad de loción astringente, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	75
LXXV.	Densidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	76
LXXVI.	ANOVA de densidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial.....	76
LXXVII.	Datos de viscosidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	76
LXXVIII.	ANOVA de viscosidad de crema relajante, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	77
LXXIX.	Datos de viscosidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas.....	77
LXXX.	ANOVA de viscosidad de crema relajante de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	77
LXXXI.	Viscosidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	78
LXXXII.	ANOVA de viscosidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial.....	78
LXXXIII.	Datos de viscosidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	78

LXXXIV.	ANOVA de viscosidad de loción astringente, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	79
LXXXV.	Datos de viscosidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	79
LXXXVI.	ANOVA de viscosidad de loción astringente, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	79
LXXXVII.	Viscosidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	80
LXXXVIII.	ANOVA de viscosidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial	80
LXXXIX.	Datos de alcalinidad libre de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	80
XC.	ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	81
XCI.	Datos de alcalinidad libre de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas	81
XCII.	ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén	81
XCIII.	Alcalinidad libre de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor.....	82
XCIV.	ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial	82
XCV.	Datos de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos.....	82
XCVI.	ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	83
XCVII.	Datos de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas.....	83

XCVIII.	ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén.....	84
XCIX.	Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor	84
C.	ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial.....	84
CI.	Potencial de hidrógeno de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	85
CII.	Potencial de hidrógeno de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	86
CIII.	Potencial de hidrógeno de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	86
CIV.	Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	87
CV.	Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	87
CVI.	Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	88
CVII.	Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	88
CVIII.	Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	89
CIX.	Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	89
CX.	Análisis microbiológico de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	90
CXI.	Análisis microbiológico de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill)	90

CXII.	Análisis microbiológico de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (<i>Pimenta Dioica</i> (L.) Merrill).....	91
-------	---	----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cp	Centipoise
g	Gramo
°C	Grados Celsius
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mL	Mililitro
M	Molaridad
N	Normalidad
%	Porcentaje
UFC/g	Unidades formadoras de colonia por gramo
F_c	Valor de Fisher calculado
F_o	Valor de Fisher crítico

GLOSARIO

Aceite esencial	Es un compuesto formado por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos. Se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas.
Alcalinidad libre	Es la capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de las bases que pueden ser tituladas.
Análisis sensorial	Es la evaluación de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos.
Antioxidante	Es un conservante que evita la oxidación de las grasas y algunos otros principios activos fácilmente oxidables.
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético, es una sustancia utilizada como agente quelante que puede crear complejos con un metal que tenga una estructura de coordinación octaédrica.
Emulsificante	Sustancia que hace posible la formación de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, por alteración de su tensión superficial.

Picnómetro	Instrumento de medición cuyo volumen es conocido y permite conocer la densidad o peso específico de cualquier fluido, ya sea líquido o sólido, mediante gravimetría a una determinada temperatura.
Principio activo	Componente que porta las cualidades farmacológicas presentes en una sustancia.
Saponificación	Es una reacción química entre un ácido graso (o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos) y una base o alcalino, en la que se obtiene como principal producto la sal del ácido y de la base.
Solubilidad	Máxima cantidad de soluto que se puede disolver en determinada cantidad de disolvente a una temperatura específica.
Viscosidad	Es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unas de otras; es decir, es la oposición de un fluido a deformarse. Esta oposición es debida a las fuerzas de adherencia que tienen las moléculas de un líquido o fluido con respecto a las otras moléculas del mismo líquido.
Viscosímetro	Es un instrumento de medición que determina la ductilidad y la viscosidad de diferentes fluidos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo por objetivo la formulación de tres productos cosméticos: crema relajante (emulsión), loción astringente (emulsión) y jabón de tocador (pastilla), a partir de aceite esencial de hojas y frutos de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), proveniente de tres niveles altitudinales de Alta Verapaz y Petén. Se evaluó la calidad de los productos cosméticos en función de la procedencia del aceite esencial de las regiones de estudio y en relación con la parte de la planta.

Para evaluar la calidad de crema relajante y loción astringente se analizó las propiedades organolépticas, microbiológicas y parámetros fisicoquímicos como pH, densidad y viscosidad, establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07, "Productos cosméticos, verificación de la calidad". Se determinó la materia insoluble en alcohol y alcalinidad libre de jabones por medio de los métodos de la Norma Oficial Mexicana NOM-K-521-S-1981 Jabones.

El análisis microbiológico del aceite esencial y de los productos cosméticos cumplió con los requerimientos establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07, "Productos cosméticos, verificación de la calidad".

Se determinó por medio del análisis de varianza de un factor con un 95 % de confianza, que existe diferencia significativa de los parámetros de calidad de loción astringente y crema relajante en función de la procedencia de las

regiones de estudio, pero en función de la parte de la planta no existe diferencia significativa.

El potencial de hidrógeno y alcalinidad libre de jabón de tocador no se ven afectados significativamente en función de la procedencia de las regiones de estudio, y tampoco existe diferencia significativa en función de la parte de la planta, por lo que se aceptó la hipótesis nula. La materia insoluble en alcohol no se ve afectada significativamente en función de la procedencia y en función de la parte de la planta sí existe diferencia significativa.

OBJETIVOS

General

Formular tres productos cosméticos: jabón de tocador, crema relajante y loción astringente, a partir de aceite esencial de hojas y frutos de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), proveniente de tres niveles altitudinales de Alta Verapaz y tres niveles altitudinales de Petén.

Específicos

1. Evaluar la calidad de la crema para masajes en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de Alta Verapaz o de Petén.
2. Evaluar la calidad de la crema para masajes en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de frutos o de hojas.
3. Evaluar la calidad del jabón de tocador en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de Alta Verapaz o de Petén.
4. Evaluar la calidad del jabón de tocador en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de frutos o de hojas.

5. Evaluar la calidad de la loción astringente en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de Alta Verapaz o de Petén.

6. Evaluar la calidad de la loción astringente en función de si el aceite esencial de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) procede de frutos o de hojas.

Hipótesis

Hipótesis de trabajo

Es factible evaluar la calidad del aceite esencial de las hojas y frutos de la pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), para su aplicación en la industria cosmética según su procedencia.

Hipótesis estadística

Hipótesis nulas

Ho₁: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la crema para masajes en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Ho₂: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la crema para masajes en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Ho₃: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad del jabón de tocador en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Ho₄: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad del jabón de tocador en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Ho₅: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la loción astringente en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Ho₆: no existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la loción astringente en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hipótesis alternativas

Hi₁: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la crema para masajes en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hi₂: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la crema para masajes en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hi₃: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad del jabón de tocador en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hi₄: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad del jabón de tocador en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hi₅: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la loción astringente en función de la procedencia de las regiones de estudio (Alta Verapaz y Petén) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

Hi₆: existe diferencia significativa entre los parámetros de calidad de la loción astringente en función de la procedencia de la parte de la planta (fruto y hoja) del aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill).

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son mezclas de sustancias obtenidas de plantas que presentan como características principales su compleja composición química y su carácter fuertemente aromático. Las plantas aromáticas son las que concentran mayor cantidad de esencias y, por tanto, constituyen la materia prima para su obtención. En algunos casos se emplea toda la planta, o solamente las hojas, flores, frutos, raíces, semillas, e incluso la corteza de ciertos árboles.

La pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) pertenece a la familia Myrtaceae; el fruto aromático de esta planta se utiliza como condimento. Las hojas contienen esencias que se usan como aditivo aromático en la fabricación de productos cosméticos como perfumes, cremas y jabones. Son fuente de eugenol y vainillina. Además, posee un alto poder antioxidante que ayuda a mantener las células del organismo en perfectas condiciones frente a las agresiones de los radicales libres. La pimienta dioica se puede utilizar como tónico estimulante, astringente y también para mejorar la digestión, controlar dolores de cabeza, estómago, influenza, disminuir el colesterol y diabetes.

En el presente estudio se realizó la formulación de productos cosméticos a partir del aceite esencial de hojas y frutos de la pimienta dioica. A los productos se les realizó pruebas de calidad, análisis microbiológicos y sensoriales.

Se plantearon hipótesis para determinar si es factible evaluar la calidad del aceite esencial de las hojas y frutos de la pimienta dioica para aplicarlo en la industria cosmética según su procedencia. En la metodología se evaluaron las

variables independientes, dependientes y de respuesta que intervienen en el proceso de formulación de productos cosméticos. Para la evaluación estadística se utilizó un diseño completamente al azar, en el cual se aplicó un planteamiento bifactorial; se evaluó 1 especie, 2 lugares de procedencia, 3 niveles altitudinales, 2 partes de la planta y 3 productos cosméticos. Se obtuvo un total de 108 tratamientos; se analizó si existe diferencia significativa de la calidad del cosmético en función de la procedencia del aceite esencial por medio del método estadístico ANDEVA.

Se recolectó y ordenó la información por medio de la técnica de muestreo, que consiste en técnicas cuantitativas y cualitativas donde se identifican propiedades organolépticas de cada producto cosmético.

1. ANTECEDENTES

A continuación, se muestran estudios de investigación relacionados con la pimienta dioica, realizados en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en universidades de México.

En 2004, Juan José Chinchilla García realizó el estudio de tesis en la Universidad San Carlos de Guatemala, “Inventario y propuesta de manejo de las poblaciones de pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) merrill) y chicozapote (*Manilkara achras* (mill) fosberg) en la zona de uso especial del Parque Nacional Yaxhá, en la reserva de la biosfera maya”¹. El estudio tuvo como objetivo caracterizar los recursos de la pimienta y chicozapote, así como regular el desarrollo ordenado y sostenible de su aprovechamiento para evitar su destrucción y garantizar su conservación. El estudio se realizó en la zona de uso especial del Parque Nacional Yaxhá Nakúm-Naranjo, que significa agua verde.

En 2009, IBQ (Ingeniería Bioquímica). Norma Leticia Flores Martínez realizó el estudio en el Instituto Politécnico Nacional, Escuela de Ciencias Biológicas en México D.F, “Evaluación de calidad bioquímica de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) deshidratada con ciclos de atemperado”². El estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad bioquímica de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) deshidratada con ciclos de atemperado. El trabajo consistió en la deshidratación de la pimienta dioica en un secador de lecho

¹ CHINCHILLA GARCIA, Juan José. *Inventario y propuesta de manejo de las poblaciones de pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) merrill) y chicozapote (*Manilkara achras* (mill) fosberg) en la zona de uso especial del Parque Nacional Yaxhá, en la reserva de la biosfera maya*. 116 p.

² FLORES MARTÍNEZ, Norma Leticia. “*Evaluación de calidad bioquímica de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) deshidratada con ciclos de atemperado*. 110 p.

fluidizado con ciclos de atemperado. Mostro ser una técnica eficiente al disminuir considerablemente los tiempos de secado y la retención de la actividad de peroxidasa y la cantidad de ácido ascórbico como parámetro de calidad comparado con el secado tradicional y el secado convencional en lecho fluidizado.

El estudio demostró la eficiencia del equipo de lecho fluidizado para secar la pimienta dioica manteniendo su calidad.

En 2011, Armando Gaspar Guzmán realizó el estudio de tesis en la Universidad Veracruzana de México, “Determinación de las especificaciones químicas de la pimienta dioica (pimienta gorda) de 15 comunidades de la sierra totonaca bajo la norma NMX-FF-063-1987.”³ El trabajo consistió en la evaluación de las características químicas de la pimienta gorda comparada con los parámetros de calidad ya establecidos bajo la norma NMX-FF-063- 1987. En el estudio se realizaron las pruebas correspondientes para determinar las especificaciones químicas bajo la norma NMX-FF-063-1987 de la pimienta gorda de 45 sembradíos de 15 comunidades de la región de la sierra del Totonacapan. Se tomaron unas muestras aleatorias que combinaban 3 de cada comunidad para manejar los resultados por comunidades y no por sembradíos.

Con los resultados obtenidos se concluyó que la pimienta de las 15 comunidades de la región de la sierra de Totonacapan cumplen con las especificaciones químicas que pide la norma NMX-FF-063-1987 para poder comercializarla en los distintos lugares del mundo.

³ GUZMÁN, Armando Gaspar. *Determinación de las especificaciones químicas de la pimienta dioica (pimienta gorda) de 15 comunidades de la sierra totonaca bajo la norma NMX-FF-063-1987*. 95 p.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Pimienta gorda

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

2.2. Descripción de la planta de pimienta dioica

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 o amarillento.

2.2.1. Forma

Árbol perennifolio de 6 a 10 m (hasta 30 m) de altura con un diámetro de 20 a 50 cm. La copa del árbol es redondeada o irregular, densa. Las hojas son simples, opuestas; con lámina de 4 a 16 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho, elíptica, margen entero; haz oscuro, brillante, glabro, envés pálido, con numerosos puntos glandulosos. Al estrujarlas emanan un olor a pimienta.

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



Fuente: Wikipedia. Especies forestales. <http://www.verarboles.com/Pimienta/pimienta.html>.

Consulta: 7 de noviembre de 2018.

2.2.2. Copa / hojas

Copa redondeada o irregular, densa. Hojas simples, opuestas, decusadas; lámina de 4 a 16 cm de largo por 2 a 6 cm de ancho, elíptica, margen entero; haz oscuro, brillante, glabro, envés pálido, con numerosos puntos glandulosos. Al estrujarlas emanan un olor a pimienta.

2.2.3. Tronco / ramas

Tronco derecho, ligeramente acanalado, de porte bajo (2-4 m) en plantaciones puras de 7 a 10 años. Ramas ascendentes.

2.2.4. Corteza

La corteza externa del árbol de pimienta dioica es lisa; se desprende en escamas muy delgadas y alargadas, pardo verdosa o amarillenta con manchas rojizas. La corteza interna es de color crema amarillento o rosado, quebradiza, de sabor amargo y olor muy fragante. Grosor total: 4 a 6 mm.

2.2.5. Flores

En panículas axilares de 6 a 12 cm de largo, con las ramas cimosas, finamente pubescentes; pedicelos de 1 a 5 mm o flores sésiles; flores actinomorfas, fragantes, de 6 mm de diámetro; cáliz verde y pétalos blancos.

2.2.6. Frutos

Bayas negras de 10 por 5 mm, aplanadas en el ápice, todo el fruto tiene un fuerte olor fragante. Contiene 1 o 2 semillas pequeñas.

2.2.7. Semillas

Semillas de 5 a 6 mm de largo por 4,8 a 5,6 mm de ancho y 2,3 a 3 mm de grueso, verdosas y esféricas a hemisféricas. Semilla de color oscuro a café rojizo, tiene 4,85 % de aceites esenciales.

2.2.8. Raíz

La raíz principal presenta pivotante profunda (más de dos metros) con raíces secundarias laterales y pelos absorbentes abundantes.

2.2.9. Sexualidad

Hermafrodita pero funcionalmente dioica.

2.3. Fenología

Perennifolio, presencia de hojas durante todo el año, con ciclo de vida de hojas de seis meses.

2.3.1. Follaje

Los cambios ocurren con las hojas de las ramas principales hacia la parte superior del árbol.

2.3.2. Floración

Florece de mayo a junio, presenta flores blancas en racimos en los brotes terminales de las ramas.

2.3.3. Fructificación

Los frutos maduran de julio a agosto (septiembre), en racimos de 6 a 15 frutos.

2.3.4. Polinización

Entomófila (por insectos). Al momento de la floración se pueden observar gran cantidad de abejas melíferas, las que recogen el polen de las flores y realizan la polinización.

2.4. Aspectos fisiológicos

A continuación se presentan los aspectos fisiológicos.

2.4.1. Interferencia

No permite el desarrollo de maleza a su alrededor, elimina la competencia que puede existir por agua y nutrientes.

2.4.2. Producción de hojas, frutos, semillas y madera

El árbol produce frutos desde los 6 años de edad y alcanza su plena producción a los 20 años. Tiene una producción por árbol entre 20 a 50 kg de pimienta verde por año (3 kg de pimienta verde producen 1 kg de pimienta seca), por lo que la producción de pimienta seca es aproximadamente de 17 kilogramos por árbol.

2.4.3. Regeneración

De forma natural existe una buena germinación de semillas diseminadas por aves en el bosque, pero solo se desarrollan cuando ocurren aclareos en el bosque por la caída o muerte de árboles que dominan el dosel.

2.4.4. Germinación

“La semilla tarda en germinar 10 a 20 días en promedio, si se deja con el pericarpio, pero si se da tratamiento (se pelan las semillas y se dejan en agua por dos días), estas germinan en 6 días.”⁴

2.5. Aceites esenciales

Productos obtenidos a partir de una materia prima vegetal, por arrastre con vapor, por procedimientos mecánicos a partir del epicarpio de los citrus, o bien por destilación seca. El aceite esencial se separa posteriormente de la fase acuosa por procedimientos físicos en los dos primeros métodos de obtención; puede sufrir tratamientos físicos que no originen cambios significativos en su composición.

Los aceites esenciales son compuestos formados por varias sustancias orgánicas volátiles, que pueden ser alcoholes, acetonas, cetonas, éteres, aldehídos, se producen y almacenan en los canales secretores de las plantas.

Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por destilación en corriente de vapor de agua, aunque existen otros métodos. En general son los responsables del olor de las plantas.

2.5.1. Clasificación de aceites esenciales

Los aceites esenciales se pueden clasificar con base a diferentes criterios:

⁴ CASTILLO Jasmill. *Manual para productores. Cultivo de pimienta gorda (Pimenta dioica) en Nicaragua.* <https://vdocuments.site/manual-tecnico-para-productores-cultivo-de-la-pimienta-gorda-2012.html>. Consulta: 09 de noviembre de 2018.

- Consistencia
- Origen
- Naturaleza química de los componentes mayoritarios

2.5.1.1. Consistencia

De acuerdo con su consistencia, los aceites esenciales se clasifican en:

- Esencias
- Bálsamos
- Resinas
- Oleorresinas
- Gomorresinas

2.5.1.1.1. Esencias

Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

2.5.1.1.2. Bálsamos

Son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol. Se caracterizan por tener un alto contenido de ácido benzoico y cinámico, así como sus correspondientes ésteres. Son de consistencia más espesa, volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.

2.5.1.1.3. Resinas

Son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. Pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico. Por ejemplo, la

colofonia, obtenida por separación de la oleorresina trementina, contiene ácido abiético y derivados.

2.5.1.1.4. Oleorresinas

Son mezclas homogéneas de resinas y aceites esenciales. Por ejemplo, la trementina, obtenida por incisión en los troncos de diversas especies de pinos, contiene resina (colofonia) y aceite esencial (esencia de trementina) que se separa por destilación por arrastre de vapor.

También se utiliza el término oleorresina para nombrar los extractos vegetales obtenidos mediante el uso de solventes, los cuales deben estar virtualmente libres de dichos solventes. Se utilizan extensamente para la sustitución de especias de uso alimenticio y farmacéutico por sus ventajas (estabilidad y uniformidad química y microbiológica, facilidad de incorporar al producto terminado). Estos tienen el aroma de las plantas en forma concentrada y son líquidos muy viscosos o semisólidos (oleorresina de pimentón, pimienta negra, clavo, entre otros.).

2.5.1.1.5. Gomorresinas

Son extractos naturales obtenidos de un árbol o planta. Están compuestos por mezclas de gomas y resinas.

2.5.1.2. Origen

De acuerdo a su origen, los aceites esenciales se clasifican como:

- Naturales

- Artificiales
- Sintéticos

2.5.1.2.1. Aceites esenciales naturales

Se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores; debido a su rendimiento tan bajo, son muy costosas.

2.5.1.2.2. Aceites esenciales artificiales

Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín, enriquecida con linalol, o la esencia de anís enriquecida con anetol.

2.5.1.2.3. Aceites esenciales sintéticos

Como su nombre lo indica, son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química. Son más económicos y, por lo tanto, mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes (esencias de vainilla, limón, fresa, entre otros.).

2.5.1.3. Naturaleza química

El contenido total en aceites esenciales de una planta es en general bajo (inferior al 1 %). Mediante extracción se obtiene en una forma muy concentrada que se emplea en los diversos usos industriales. La mayoría, son mezclas muy complejas de sustancias químicas. La proporción de estas sustancias varía de

un aceite a otro, y también durante las estaciones, a lo largo del día, bajo las condiciones de cultivo y genéticamente.

El término quimiotipo alude a la variación en la composición del aceite esencial, incluso dentro de la misma especie. Un quimiotipo es una entidad químicamente distinta, que se diferencia en los metabolitos secundarios. Existen pequeñas variaciones (ambientales, geográficas, genéticas, entre otros.) que producen poco o ningún efecto a nivel morfológico que, sin embargo producen grandes cambios a nivel de fenotipo químico.

2.5.2. Características físicas de los aceites esenciales

Los aceites esenciales son volátiles y líquidos a temperatura ambiente. Recién destilados son incoloros o ligeramente amarillos. Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de sazafrán o de clavo constituyen excepciones). Casi siempre dotados de poder rotatorio, tienen un índice de refracción elevado. Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales, como éter o cloroformo, y alcohol de alta gradación. Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son arrastrables por el vapor de agua.

2.5.3. Características químicas de los aceites esenciales

Los componentes de los aceites se clasifican en:

- Terpenoides
- No terpenoides

2.5.3.1. No terpenoides

En este grupo tenemos sustancias alifáticas de cadena corta, aromáticas, con azufre y nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus usos y aplicaciones.

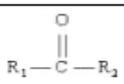
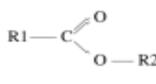
2.5.3.2. Terpenoides

Son los más importantes en cuanto a propiedades y comercialmente. Se derivan de unidades de isopreno (C5) unidas en cadena. Los terpenos son una clase de sustancia química que se halla en los aceites esenciales, resinas y otras sustancias aromáticas de muchas plantas, como los pinos y muchos cítricos. Principalmente se encuentran en los aceites 35 monoterpenos (C10), aunque también son comunes los sesquiterpenos (C15) y los diterpenos (C20). Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos.

Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- Alcoholes (mentol, bisabolol) y fenoles (timol, carvacrol)
- Aldehídos (geranial, citral) y cetonas (alcanfor, thuyona)
- Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo, salicilato de metilo, compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina).
- Éteres (1,8 – cineol) y peróxidos (ascaridol)
- Hidrocarburos (limoneno, α y β pineno)

Figura 2. Grupos funcionales

Compuesto	Grupo funcional	Ejemplo	Propiedades
Alcohol		Mentol, geraniol	Antimicrobiano, antiséptico, tonificante, espasmolítico
Aldehído		Citral, citronelal	Espasmolítico, sedante, antiviral
Cetona		Alcanfor, tuyona	Mucolítico, regenerador celular, neurotóxico
Éster		Metil salicilato	Espasmolítico, sedativo, antifúngico
Éteres	-C - O - C -	Cineol, ascaridol	Expectorante, estimulante
Éter fenólico	Anillo - O - C	Safrol, anetol, miristicina	diurético, carminativo, estomacal, expectorante
Fenol		Timol, eugenol, carvacrol	Antimicrobiano Irritante Estimulante inmunológico
Hidrocarburo	Sólo contiene C y H	Pineno, limoneno	Estimulante descongestionante antivirico, antitumoral

Fuente: COPACONDORI CUAYLA, Ernesto.

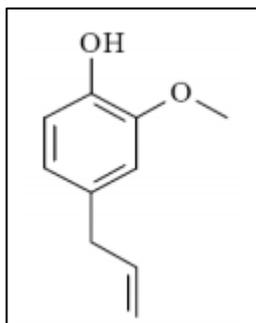
Uso industrial de plantas aromáticas y medicinales. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>. Consulta: 12 de noviembre de 2018.

2.5.3.2.1. Fenoles

Solo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes. Los más importantes son el timol y el carvacrol, que se encuentran en los tomillos (g. *Thymus*) y oréganos (g. *Origanum*), ambos de la familia. Labiatae.

Otro fenol muy importante es el eugenol, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo y de pimienta. Es un potente bactericida, así como anestésico, y se emplea en odontología.

Figura 3. **Molécula de eugenol**



Fuente: COPACONDORI CUAYLA, Ernesto.

Uso industrial de plantas aromáticas y medicinales. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>. Consulta: 12 de noviembre de 2018.

2.5.4. Procesos industriales aplicados a los aceites esenciales

Son procesos que, aplicados a los aceites esenciales y otros extractos vegetales aromáticos, sirven para separar y concentrar los componentes, facilitar su procesamiento industrial o simplemente homogenizar la calidad.

2.5.4.1. Métodos de obtención

A continuación se presentan los métodos de obtención.

2.5.4.1.1. Destilación por arrastre de vapor

Las plantas se colocan sobre un fondo perforado o criba ubicado a cierta distancia del fondo de un tanque llamado alambique. La parte más baja de esta

contiene agua hasta una altura algo menor que el nivel de la criba. El calentamiento se produce con vapor saturado que se provee de una fuente de calor que compone el equipo, fluye mojado y a presión baja, penetrando a través del material vegetal.

Los componentes se volatilizan y condensan en un refrigerante. Son recogidos en un vaso florentino, donde se separa el agua del aceite por diferencia de densidad.

2.5.4.1.2. Expresión del pericarpio

Una bandeja con pinchos, en cuya parte inferior hay un canal para recoger el aceite esencial. Se emplea para cítricos sobre todo.

2.5.4.1.3. Disolución en grasa (enfleurage)

Los aceites son solubles en grasas y alcoholes de alto porcentaje. Sobre una capa de vidrio se coloca una fina película de grasa y sobre ella los pétalos de flores extendidas. La esencia pasa a la grasa, así hasta saturación de la grasa. Posteriormente, con alcohol de 70 °C, se extrae el aceite esencial. Se emplea para flores con bajo contenido en esencias pero muy preciadas (azahar, rosa, violeta, jazmín).

2.5.4.1.4. Extracción con disolventes orgánicos

Extracción con disolventes orgánicos que penetran en la materia vegetal y disuelven las sustancias, que son evaporadas y concentradas a baja temperatura. Después, se elimina el disolvente, se obtiene la fracción deseada.

Se espera que el disolvente disuelva rápidamente todos los principios y la menor cantidad de materia inerte, que tenga un punto de ebullición bajo y uniforme que permita eliminarlo rápidamente, pero sin pérdidas por evaporación. Además, que sea químicamente inerte, para no reaccionar con los componentes de los aceites, no inflamable y barato.

Este disolvente ideal no existe. Los más empleados son el éter de petróleo, con punto de ebullición de 30 a 70 °C, que se evapora fácilmente y es inflamable; benceno, que disuelve también ceras y pigmentos; y alcohol, que es soluble en agua. Se emplea cuando hay componentes de peso molecular elevado que no son lo suficientemente volátiles.

2.5.4.1.5. Extracción con gases en condiciones supercríticas

Se emplean gases, principalmente CO₂, a presión y temperatura superiores a su punto crítico. En esas condiciones se obtienen buenos rendimientos y se evitan alteraciones de los componentes de la esencia. La infraestructura necesaria es cara, pero tiene sus ventajas, como la fácil y rápida eliminación del gas extractor por descompresión, la ausencia de residuos de disolventes y que los gases no resultan caros.

2.5.5. Usos industriales de los aceites esenciales

A continuación se presentan los usos industriales de los aceites esenciales.

2.5.5.1. Industria alimentaria

Se emplean para condimentar carnes preparadas, embutidos, sopas, helados, queso, entre otros. Los más empleados por esta industria son el cilantro, naranja y menta, entre otros. También son utilizados en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. Con respecto a esta utilidad podemos citar las esencias extraídas del naranjo, limón, mentas e hinojo, entre otros. Estas esencias también se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.

2.5.5.2. Industria farmacéutica

Se usan en cremas dentales (aceite de menta e hinojo), analgésicos e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias (eucalipto). El eucalipto es muy empleado en odontología. Son utilizados en la fabricación de neutralizantes de sabor desagradable de muchos medicamentos (naranjas y menta, entre otros).

2.5.5.3. Industria de cosméticos

Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de cosméticos, jabones, colonias, perfumes y maquillaje. En este campo se pueden citar los aceites de geranio, lavanda, rosas y pachouli.

2.5.5.4. Industria de productos de uso veterinario

Esta industria emplea el aceite esencial de chenopodium ambrosoides, muy apreciado por su contenido de ascaridol, vermífugo. También requiere limoneno y mentol como insecticidas.

2.5.5.5. Desodorantes industriales

“Actualmente se ha desarrollado el uso de esencias para disimular el olor desagradable 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, como enmascaradores de olores en tratamientos con mordientes antes y después del teñido. En papelería, para impregnar de fragancias cuadernos, tarjetas, papel higiénico, toallas faciales”⁵.

2.6. Aceite esencial de pimienta gorda

A continuación se presentan los usos del aceite esencial de pimienta gorda.

2.6.1. Uso terapéutico

Debido a las concentraciones que posee la planta de eugenol se puede considerar un antiséptico local, además de un analgésico, y para el alivio de molestias gastrointestinales.

⁵ COPACONDORI CUAYLA, Ernesto. Uso industrial de plantas aromáticas y medicinales. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>. Consulta: 12 de noviembre de 2018.

2.6.2. Usos culinarios y gastronomía

La pimienta se utiliza como desodorante. Los aceites volátiles que se encuentran en la planta contienen eugenol, un agente antimicrobiano débil.

En la cocina se utiliza como condimento, como la hoja de laurel, en la preparación de muchos platillos criollos que mejoran las recetas de sabor. Se emplea molido en la elaboración de las salsas y es uno de los ingredientes más típicos en las salsas barbacoas industriales.

De la pimienta gorda se extrae aceites fijadores, aceites esenciales y es aromatizante.

2.6.3. Beneficios de la pimienta gorda

- Es ampliamente utilizada como carminativo, para prevenir o aliviar la flatulencia.
- Se utiliza tanto como un estimulante aromático y como un tónico para el tracto gastrointestinal y el sistema digestivo.
- Para tratar vómitos, dolor de estómago, diarrea y la indigestión; junto con trastornos digestivos como la dispepsia y cólicos. Es conocido para mejorar el apetito.
- El aceite esencial de pimienta es un tónico para el sistema nervioso, y se ha utilizado para tratar el agotamiento nervioso, paroxismos histéricos, neuralgia, y convulsiones.
- Cuando se usa externamente, los efectos del calentamiento de la pimienta se utilizan para aliviar las infecciones de pecho, artritis y reumatismo, contusiones y dolores musculares.

- Ha sido utilizada como un remedio herbal natural de la fiebre, resfriados, gripe, diabetes, dolores menstruales y sangrado menstrual abundante.
- El extracto de pimienta de tienen propiedades antioxidantes, antisépticas y anestésicas, y la utilidad en la lucha contra las infecciones por hongos levaduriformes y fúngicas.
- El extracto de pimienta gorda tiene propiedades antioxidantes, antisépticas y anestésicas, y es útil en la lucha contra las infecciones por hongos levaduriformes. La pimienta de Jamaica es una fuente natural de betacaroteno, vitaminas A, B-1, B-2, y C, niacina, tiamina y riboflavina
- Posee minerales, hierro, potasio, magnesio, selenio y manganeso. Sus elementos activos son metil eugenol y cariofileno, resina, tanino, el azúcar, la quercetina, glucósidos, y sesquiterpenos; y contiene metabolitos de homovanílico y ácidos homomandelic, málico y ácidos gálico, lignina, y bonastre.
- “Otro componente activo es el fenol eugenol, que es utilizado por los dentistas como un antiséptico y un anestésico local para los dientes”⁶.

2.7. Cosmetología

Es el estudio y el arte sobre el uso de cosméticos o productos con el fin de embellecer la apariencia física.

2.7.1. Cosmético

Cosmético es cualquier sustancia que se utiliza sobre la superficie del cuerpo humano (capa externa de la piel, pelo, uñas, labios), los dientes y las

⁶ Exagroli. Pimienta gorda. <http://www.exagroli.com/pimienta.html>. Consulta: 20 de noviembre de 2018.

mucosas bucales, con el objetivo de limpiarlos, perfumarlos, cambiar su aspecto, protegerlos o mantenerlos en buen estado.

2.7.2. Formas cosméticas

El término formas cosméticas hace referencia a la presentación final de un producto cosmético, es decir, forma de crema, gel, barra, polvo, entre otros. Esta forma viene determinada por las características de los excipientes y aditivos que contenga, pero no son estos los que le dan las propiedades al cosmético, si no el principio activo. Por tanto, la formulación cosmética se encarga de estudiar qué otras sustancias deben acompañar al principio activo (compuesto que hace posible que puedan realizar la función a la que están destinados) según la capa de la piel que quieran alcanzar, la textura que se necesite conseguir, el tipo de población objetivo, entre otros.

2.7.2.1. Principio activo

Los ingredientes o principios activos pueden ser de origen natural o tecnológico y tienen como principal función el cuidado de las superficies corporales. Algunas de estas funciones son: detergentes, humectantes, emolientes, acondicionadoras, antisolares, enriquecedoras, exfoliantes, suavizantes, desodorantes, decolorantes, entre otros.

2.7.2.2. Excipientes

Los excipientes son las sustancias en las que se disuelven o se mezclan los principios activos para conseguir la forma que deseamos con el fin de optimizar su aplicación. Por ejemplo, un excipiente líquido dará formas cosméticas líquidas, un excipiente en forma de sólido con gas en el interior del

envase dará una espuma y un excipiente líquido con un agente que aumente la viscosidad dará lugar a un gel.

El excipiente más utilizado es el agua, debido a su inocuidad y bajo coste, aunque también se puede utilizar disolventes orgánicos como alcohol, propilenglicol, glicerina y acetona en caso en que el principio activo no se pudiera disolver en agua.

2.7.2.3. Aditivos

“Los aditivos son sustancias que evitan el deterioro de un cosmético o bien mejoran su aspecto; ayudado a conseguir un producto estable, atractivo y más fácil de comercializar. Se clasifican en cuatro grupos según entren en contacto con ojos, mucosas o piel, y pueden ser: espesantes, emolientes, espumantes, colorantes, perfumes, disolventes, controladores de pH, conservantes, antioxidantes, entre otros.”⁷

2.7.3. Formas cosméticas que dependen del excipiente

La forma cosmética es la presentación final del producto y está determinada por el excipiente o por el tipo de envase en el que está incluido.⁸

2.7.3.1. Emulsiones

Son mezclas heterogéneas de dos o más sustancias líquidas de distinta naturaleza, hidrófilas y lipófilas, que se mantienen estables por la incorporación de otra sustancia emulgente. Las emulsiones fluidas se comercializan como

⁷ VIVANCOS GÓMEZ, Verónica. Formas cosméticas. *Principios activos, excipientes y aditivos*. [https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/formas- /](https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/formas-/). Consulta: 20 de noviembre de 2018.

⁸ VIVANCOS GÓMEZ, Verónica Formas cosméticas. *Introducción a la cosmetología*. http://roble.pntic.mec.es/prug0007/formas_cosmeticas.htm. Consulta: 16 de enero de 2019.

leches (por ejemplo, leche corporal hidratante) y las semisólidas, como cremas (crema antiarrugas, crema acondicionadora para el cabello, entre otros.).

2.7.3.2. Pastillas

Son formas sólidas que se obtienen por moldeado y prensado. Ejemplos: maquillaje compacto, pastilla de jabón.

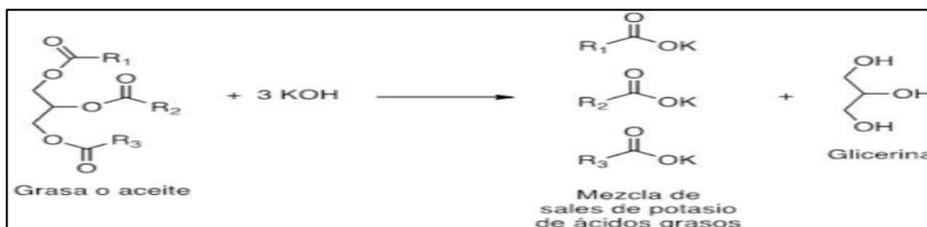
2.8. Química del jabón

A continuación se presenta la química del jabón

2.8.1. Saponificación

Es la disociación de las grasas en un medio alcalino, y se separan glicerina y ácidos grasos. Estos últimos se asocian inmediatamente con los álcalis y constituyen las sales sódicas de los ácidos grasos: el jabón. Esta reacción se denomina también desdoblamiento hidrolítico y es una reacción exotérmica.

Figura 4. **Esquema de reacción de saponificación para la producción de jabón**



Fuente: La química del jabón y algunas aplicaciones.

<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/> Consulta: 12 de febrero de 2019.

2.8.2. Función de los jabones

Los jabones limpian debido a las afinidades diferentes de los extremos de sus moléculas. La suciedad grasa no se elimina fácilmente solo con agua, que la repele por ser insoluble en ella. Sin embargo, el jabón posee una cadena larga alifática o hidrocarbonada sin carga que interactúa con la grasa, disolviéndola, mientras que la región con carga se orienta hacia el exterior, formando gotas. Una vez que la superficie de la gota grasa está cubierta por muchas moléculas de jabón, se forma una micela con una pequeña gota de grasa en el interior. Esta gota de grasa se dispersa fácilmente en el agua, ya que está cubierta por las cabezas con carga o aniones carboxilato del jabón.

“La mezcla que resulta de dos fases insolubles (agua y grasa), con una fase dispersada en la otra en forma de pequeñas gotas, se denomina emulsión. Por lo tanto, se dice que la grasa ha sido emulsionada por la solución jabonosa. De esta manera, en el proceso de lavado con un jabón, la grasa se elimina con el agua del lavado.”⁹

2.9. Programa de seguridad de la industria de la fragancia

Este programa se fundamenta en la evaluación de materiales de fragancia y en el establecimiento de 'Niveles de uso seguro' o la prohibición de su uso, con base en un estudio de sus efectos potenciales en las personas y el medio ambiente. Actualmente, el programa contiene 186 estándares, que restringen o prohíben el uso de determinados materiales de fragancia.

⁹ REGLA, Ignacio; VÁSQUEZ VÉLEZ, Edna; CUERVO AMAYA, Diego Humberto; NERI, Adrian Cristobal. *La química del jabón y algunas aplicaciones*. http://roble.pntic.mec.es/prug0007/formas_cosmeticas.htm. Consulta: 16 de enero de 2019.

“Para asegurarse de que la industria de la fragancia cumpla sus normas de seguridad, la Asociación Internacional de Fragancias (International Fragrance Association, IFRA) tiene un Programa de Cumplimiento. Cada año, 50 productos de una selección de 450, reunidos de tiendas en 10 diferentes países, son examinados. Si un producto no cumple su código de práctica y sus estándares, IFRA trabaja con el fabricante para asegurar el cumplimiento”.¹⁰

Figura 5. **Límites de eugenol en el producto terminado**

Limits in the finished product:				
Category 1	See Note box (1)	0.2 %	Category 7	0.4 %
Category 2		0.2 %	Category 8	0.5 %
Category 3		0.5 %	Category 9	0.5 %
Category 4		0.5 %	Category 10	0.5 %
Category 5		0.5 %	Category 11	See Note Box (2)
Category 6		4.3 %		
Note box:				

Fuente: *Eugenol IFRA Standard*.

file:///C:/Users/CC%20Farmaceutica/Downloads/23192_STRS_2013_06_12_Eugenol%20(1).pd

f. Consulta: 12 de febrero de 2019.

El principio activo del aceite esencial de pimienta gorda es el Eugenol, por lo que se debe utilizar en la proporción adecuada. Cuando se utiliza en proporciones superiores a las permitidas se convierte en un potente veneno. La Asociación Internacional de Fragancias (IFRA), refiere que la máxima concentración de eugenol en productos cosméticos debe ser de 0,5 %, según categoría 4 que corresponde a colonias, perfumes y cremas perfumadas.

¹⁰IFRA. <https://www.prnewswire.com/news-releases/ifra-emite-una-actualizacion-de-los-estandares-de-fragancias-212104511.html>. Consulta: 12 de febrero de 2019.

3. METODOLOGÍA

3.1. Localización

La parte experimental de la investigación se realizó en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE), Sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.2. Recursos humanos disponibles

El recurso humano en la presente investigación es:

- Investigadora: Astrid Dinora Solares Ramírez
- Asesores: Inga. Qca. Telma Maricela Cano Morales e Ing. Qco. Mario José Mérida Meré.
- Revisor: Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez

3.3. Variables

Propiedad, característica o atributo que es susceptible a asumir diferentes valores; es decir, puede variar. Dentro de ellas se encuentran las variables independientes, consideradas como las causas, y las variables dependientes, consideradas como el factor que es observado y medido para determinar el efecto de la variable independiente.

- Variables dependientes
 - Propiedades fisicoquímicas
 - Densidad
 - Viscosidad
 - pH
 - Alcalinidad libre
 - Materia insoluble en alcohol
 - Análisis organoléptico
 - Color
 - Olor
 - Textura
 - Análisis microbiológico
 - Recuento de coliformes fecales
 - *Escherichia Coli*

- Análisis sensorial
 - Color
 - Olor
 - Aspecto
 - Sensación al tacto
- Variables independientes
 - Agente cosmético activo
 - Tipo de cosmético
 - Forma de presentación del cosmético
 - Niveles altitudinales

3.3.1. Variables de respuesta

La variable respuesta para cada tratamiento será la calidad del cosmético en función de la procedencia del aceite esencial.

3.4. Delimitación del campo de estudio

La investigación es de carácter cuantitativo-experimental-comparativo. En el estudio se realizó la formulación de productos cosméticos a partir del aceite esencial de la pimienta gorda (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill), proveniente de tres niveles altitudinales de Alta Verapaz y tres niveles altitudinales de Petén. Asimismo, se determinó por medio de pruebas fisicoquímicas y microbiológicas la calidad de los cosméticos en función de si el aceite esencial de pimienta gorda (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill), procede de Alta Verapaz o de Petén y en función de la sección vegetal (fruto y hoja); este es el principio activo en la

formulación. Los cosméticos deben cumplir con los parámetros de calidad establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 Productos cosméticos, verificación de la calidad.

3.5. Obtención de las muestras

Se recolectó los frutos y hojas en la plantación de pimienta gorda (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill).

3.5.1. Lugar de obtención de materia prima

Proveniente de tres niveles altitudinales de Alta Verapaz: Campur (1 475 msnm), Cahabón (238 msnm), San Pedro Carchá (1 300 msnm) y tres niveles altitudinales de Petén: San Luis (575 msnm), Dolores (400 msnm), Melchor de Mencos (75 msnm).

3.5.2. Lugar de experimentación

En las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), en la sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.5.2.1. Extracción del aceite esencial

Se utilizó el método de extracción de destilación por arrastre con vapor directo a escala piloto.

3.5.2.2. Análisis microbiológico del aceite esencial

El recuento microbiológico se realizó en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.5.2.3. Formulación y análisis físicoquímicos de los cosméticos

Se formuló tres productos cosméticos: crema relajante, loción astringente y jabón de tocador. Para determinar la calidad de la crema relajante y loción astringente se analizó el potencial de hidrógeno, viscosidad, densidad y análisis organoléptico. Al jabón de tocador se le realizaron análisis organolépticos, medición del potencial de hidrógeno, solubilidad en alcohol y alcalinidad libre.

La formulación y análisis físicoquímicos se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), en la sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La medición de viscosidad a cremas relajantes y loción astringente se realizó en el Laboratorio de Análisis físicoquímico (LAFIQ), en la sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.5.2.4. Análisis microbiológico a cosméticos

El análisis microbiológico y de la crema relajante, loción astringente y jabón de tocador se realizó en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y

Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.5.2.5. Análisis sensorial

Se realizó un análisis sensorial a cada producto cosmético por medio de pruebas hedónicas en las instalaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.6. Recursos materiales disponibles

A continuación se presentan los recursos materiales disponibles.

3.6.1. Materia prima

El principio activo en la crema relajante, loción astringente y jabón de tocador es el aceite esencial de frutos y hojas de pimienta gorda (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill), proveniente de Alta Verapaz y Petén.

Tabla I. **Materia prima en la formulación de crema relajante**

Materia prima
Agua desmineralizada
EDTA
Carbopol
Glicerina
Alcohol cetosteárico
Cera microcristalina
Aceite mineral
Cera de soya
Trietanolamina
Dimetilol-5,5-dimetil hidantoína
Silicona cosmética

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Materia prima en la formulación de loción astringente**

Materia prima
Agua
Glicerina
Copolímero de acrilato de sodio
Aceite mineral
Silicona cosmética
Aceite esencial
Dimetilol-5,5-dimetil hidantoína

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Materia prima en la formulación de jabón de tocador**

Materia prima
Hidróxido de sódio
Aceite de oliva
Aceite de coco
Aceite de ricino
Aceite de girasol
Vitamina E
Dióxido de titanio

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. **Reactivos**

Los reactivos en pruebas fisicoquímicas se presentan en la tabla IV.

Tabla IV. **Reactivos en pruebas fisicoquímicas**

Reactivos
Etanol 95 %
Hidróxido de Sodio
Ácido clorhídrico
Fenolftaleína

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Equipo

El equipo utilizado en la formulación de productos cosméticos y pruebas fisicoquímicas se presenta a continuación en la tabla V.

Tabla V. **Equipo utilizado en la formulación de productos cosméticos y pruebas fisicoquímicas**

Equipo
Plancha de calentamiento
Bomba de vacío
Balanza analítica
Agitador magnético
Viscosímetro
Agitador de propela
Campana de extracción de gases
Horno de vacío
Potenciómetro
Termómetro de mercurio

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Cristalería utilizada en la formulación de productos cosméticos y pruebas fisicoquímicas**

Cristalería
Becker de 50mL, 250mL y 1000mL
Vidrio de reloj
Varillas de agitación
Picnómetro de 1,088 mL
Pipeta de 1mL
Bureta de 25 mL
Erlenmeyer de 250 mL
Probeta de 2000 mL
Kitasato

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Recursos generales**

Recursos generales	
Equipo de seguridad	Bata
	Guantes de látex
	Mascarilla
	Zapatos industriales
	Gafas protectoras
Materiales auxiliares	Envases para cosméticos
	Espátula
	Papel filtro
	<i>Masking tape</i>
	Hojas de papel tamaño carta

Fuente: elaboración propia.

3.7. Técnica cualitativa y cuantitativa

En el presente trabajo de investigación se utilizó la técnica cuantitativa para determinar las propiedades fisicoquímicas en los productos cosméticos como el potencial de hidrógeno, densidad, viscosidad, análisis microbiológico, solubilidad en alcohol, alcalinidad libre. Se analizó mediante pruebas estadísticas.

Para el análisis organoléptico se utilizó una técnica de medición de variable cualitativa nominal sobre las muestras de los productos cosméticos basada en la valoración de los sentidos (vista, olfato y tacto). En el análisis organoléptico se analizó el color, olor y textura.

3.7.1. Procedimiento para elaboración de crema relajante

Se presenta a continuación el procedimiento para la elaboración de crema relajante.

3.7.1.1. Concentración de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta dioica* (L.) Merrill) en formulaciones

Al utilizar en la proporción adecuada, el eugenol es un componente muy útil en productos cosméticos. Cuando se utiliza en proporciones superiores a las permitidas se convierte en un potente veneno. Por eso el aceite esencial de las plantas que contienen este compuesto en aromaterapia deben utilizarse siempre diluidas y en una proporción menor del 1 %.

Tabla VIII. **Concentración de eugenol en productos cosméticos**

Principio activo del aceite esencial de pimienta gorda (<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill)	Rango de concentración de eugenol en productos cosméticos (%)
Eugenol	0,2 a 0,5

Fuente: Eugenol. <http://www.ifraorg.org/en-us/standars-library/s/eugenol>.

Consulta: 20 octubre de 2018.

3.7.1.2. Formulación

A continuación se describe la formulación para la crema relajante en la tabla IX.

Tabla IX. **Formulación de crema relajante**

Compuesto	Fórmula cuantitativa para 100 g
Agua desmineralizada	82,05
EDTA	0,05
Carbopol	0,45
Glicerina	4,0
Alcohol cetoestearílico	4,0
Cera microcristalina	2,5
Aceite esencial de pimienta	0,5
Aceite mineral	2,5
Cera de soya	3,0
Trietanolamina	0,25
Dimetilol-5,5-dimetil hidantoína	0,2
Silicona cosmética	0,5

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.3. Procedimiento

A continuación, se describe el proceso para la elaboración de la crema relajante, en función de la formulación de la tabla IX.

- Se disolvió carbopol y EDTA en el agua desmineralizada.
- Se agregó la glicerina como agente suavizador y humectante.
- Se agregó trietanolamina para regular pH.
- Se calentó la mezcla a 80°C.
- Se colocó en un recipiente separado los emolientes (aceite mineral, cera de soya, cera microcristalina) y se agregó la silicona cosmética.
- Se agregó aceite esencial como principio activo.
- Se agregó alcohol cetoestearílico como agente emulsificante y se calentó la mezcla hasta llegar a una temperatura de 75 °C.

- Al llegar las dos mezclas a las temperaturas deseadas, se mezcló a alta velocidad en un agitador de propela.
- Se agitó hasta formar una sola mezcla homogénea.
- Se dejó reposar por 30 minutos.
- Se agregó dimetilol-5,5-dimetil hidantoína (DMDM Hidantoina) como agente preservante.
- Se midió el potencial de hidrógeno.
- Se dejó reposar hasta que enfrió totalmente.
- Se procedió a envasar la crema.

3.7.2. Procedimiento para la elaboración de la loción astringente

A continuación se presenta el procedimiento para la elaboración de loción astringente, en función de la formulación de la tabla X.

- Se mezcló los componentes oleosos, aceite mineral como agente emoliente, aceite esencial de pimienta como principio activo y silicona cosmética.
- Se agregó dimetilol-5,5-dimetil hidantoína (DMDM Hidantoina) como agente preservante.
- Se agregó los compuestos acuosos, agua y la glicerina.
- Se mezcló todos los componentes, se agitó la solución con la espátula.
- Se agregó copolímero de acrilato de sodio (Bcare ET 58) como agente emulsificante.
- Se agitó la emulsión con la espátula por 5 min.
- Se colocó la emulsión en el agitador magnético por 30 min.
- Se envasó la loción astringente.

Tabla X. **Formulación de loción astringente**

Compuesto	Fórmula cuantitativa para 100 g
Agua	93,9
Glicerina	1,0
Emulsificante	0,5
Aceite mineral	3,0
Silicona cosmética	1,0
Aceite esencial	0,3
Dimetilol-5,5-dimetil hidantoína	0,3

Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Procedimiento para la elaboración de jabón de tocador

Procedimiento a seguir para la elaboración de jabón de tocador, en función de la formulación de la tabla XI.

- Se agregó el hidróxido en el agua, se mezcló hasta que el hidróxido de sodio estuviera totalmente diluido en el agua y luego se agregó el dióxido de titanio.
- Se dejó reposar para que bajara la temperatura.
- Se mezcló el aceite de coco, de oliva, girasol y ricino.
- Se calentó los aceites hasta que llegaron a 40 °C aproximadamente.
- Se agregó lentamente la soda cáustica sobre los aceites, siempre y cuando estén aproximadamente a la misma temperatura, que no haya más de 5° grados de diferencia.
- Se mezcló en forma constante y en el mismo sentido.
- Se agitó hasta obtener una mezcla homogénea.

- Se agregó la vitamina E como agente antioxidante y el aceite esencial como principio activo de la formulación, cuando la mezcla alcanzó una temperatura igual o más baja a los 40°.
- Se agregó cuidadosamente la mezcla sobre los moldes.
- Se dejó reposar por un día para proceder a su desmoldado.
- Se dejó endurecer durante aproximadamente un mes o dos para que culminara el proceso de saponificación.

Tabla XI. **Formulación de jabón de tocador**

Materia Prima	Fórmula cuantitativa para 155 g
Aceite de coco	40 g
Aceite de oliva	30 g
Aceite de girasol	15 g
Aceite de ricino	15 g
Agua desmineralizada	38 g
Hidróxido de sodio	15 g
Aceite esencial de pimienta	0,5 g
Vitamina E	1,0 g
Dióxido de titanio	0,5 g

Fuente: elaboración propia.

3.7.4. Procedimiento del análisis organoléptico para control de calidad

A continuación se describe el procedimiento que se realizó para determinar el control de calidad de los cosméticos, establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 Productos cosméticos, verificación de la calidad.

3.7.4.1. Apariencia

- Se colocó una muestra del cosmético en baño de María y se visualizó las partes no solubles.
- Se determinó de manera visual si la apariencia del cosmético era homogénea o heterogénea.

3.7.4.2. Color

- Se analizó la muestra de manera visual.
- Se verificó que el color fuera homogéneo en toda la muestra.

3.7.4.3. Olor

- Se analizó la muestra de manera olfativa, por medio de la comparación con el olor característico.

3.7.5. Análisis fisicoquímico a cremas y loción astringente

Procedimiento que se realizó para determinar el control de calidad de los cosméticos por medio de pruebas fisicoquímicas, establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 “Productos cosméticos, verificación de la calidad”.

3.7.5.1. Potencial de hidrógeno

- Se tomó una muestra del cosmético.

- Se disolvió 1g de muestra en 10 mL de agua destilada.
- Se midió el potencial de hidrógeno de la solución.

3.7.5.2. Densidad

- La densidad de la crema relajante y loción astringente se midió con un picnómetro de 1,088 mL a temperatura de 20 °C.
- Se calculó la densidad a partir de la relación entre la masa del cosmético contenido en el picnómetro y el volumen del mismo.

3.7.5.3. Viscosidad

- Se eligió el número de aguja a utilizar en función de la viscosidad del cosmético.
- Se aseguró la aguja al eje inferior del disco rotatorio.
- Se tomó una muestra de 50 mL del cosmético.
- Se verificó que el nivel del fluido esté sobre la ranura en el eje de la aguja.
- Se presionó el *clutch* y se encendió el motor del viscosímetro.
- Se liberó el *clutch* para permitir que el cuadrante se estabilizará en la posición del factor numérico.
- Se multiplicó el factor numérico por el valor establecido por el fabricante en función del número de aguja y las revoluciones por minuto.

3.7.6. Análisis fisicoquímico a jabón de tocador

Procedimiento para determinar el control de calidad por medio de pruebas fisicoquímicas, establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 “Productos cosméticos, verificación de la calidad”.

3.7.6.1. Especificaciones de control de calidad para jabones de tocador

A continuación, se presenta en la tabla XII los parámetros de control de alcalinidad libre y materia insoluble en alcohol de jabón de tocador.

Tabla XII. **Parámetros de control de alcalinidad libre y materia insoluble en alcohol de jabón de tocador**

Clasificación	Alcalinidad libre (% máximo como NaOH)	Materia insoluble en alcohol (% máximo)
Jabón de tocador	0,05	2,0

Fuente: Norma oficial para jabones.

<http://reventazon.meic.go.cr/informacion/reglamentaciontecnica/5695.pdf>. Consulta: 15 de noviembre de 2018.

3.7.6.2. Alcalinidad libre en jabones

Se determinó la alcalinidad libre presente en jabones los cuales contienen en su formulación aceite esencial de pimienta gorda proveniente de distintos lugares de Guatemala, el cual fue extraído de diferentes partes del fruto.

Para determinar la alcalinidad libre se basó en la Norma Técnica Colombiana NTC 514 1978-11-08.

3.7.6.2.1. Procedimiento de alcalinidad libre en jabones

- Se pesó $2 \text{ g} \pm 0,01$ de cada una de las muestras de jabones analizados.
- Se disolvió en 50 mL de alcohol etílico previamente neutralizado con hidróxido de sodio, 0.1M.
- Se procedió a calentar la solución en baño María, se agitó constantemente, hasta disolver completamente la muestra de jabón.
- Luego se procedió a agregar 3 gotas de fenolftaleína a cada muestra y se tituló inmediatamente con ácido clorhídrico, 0.1N.
- De cada uno de los jabones analizados, se realizaron 3 repeticiones para poder determinar el volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación, con el cual se logró determinar el porcentaje de alcalinidad libre presente en cada uno de los jabones por medio de la siguiente ecuación:

$$\% = VxNx4$$

Donde:

%= Porcentaje de alcalinidad libre

V= Volumen en mL de ácido clorhídrico utilizado en la titulación

N= Concentración en normalidad de ácido clorhídrico

3.7.6.3. Materia total insoluble en alcohol (sales alcalinas), en jabón

A continuación, se describe el procedimiento que se realizó para determinar la materia total insoluble en alcohol (sales alcalinas), en jabón basado en la Norma Técnica Colombiana NTC 514 1978-11-08.

3.7.6.3.1. Procedimiento de materia total insoluble en alcohol

- Se sometió a digestión entre $2 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ y $10 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ de la muestra con 100 mL de etanol al 95 % recién hervido. En un vaso cubierto con un vidrio de reloj, se calentó el conjunto en un baño de vapor o en un baño de agua, hasta que alcanzó una ebullición incipiente. Se agitó frecuentemente, hasta que la muestra se disolvió.
- Se filtró, con ayuda de vacío, se pesó la muestra con un papel de filtro tarado, neutro a la fenolftaleína, reteniendo en el vaso de precipitados tanto residuo como sea posible.
- Se lavó el residuo en el papel con etanol neutro caliente, para remover toda la materia soluble en alcohol, hasta que quedó libre de jabón, y se reservó el filtrado y el lavado.
- Se secó el papel de filtro con el residuo a una temperatura de $70 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 1 hora, se dejó enfriar y se pesó la cantidad total de materia insoluble en alcohol.
- Se calculó la materia insoluble en alcohol a partir de la relación entre la masa del residuo secó en el papel filtro y la masa de la muestra, mediante la siguiente ecuación:

$$MI = \frac{S \times 100}{P}$$

Donde:

MI= Porcentaje en masa de materia insoluble

S= masa del residuo en gramos

P= masa de la muestra en gramos

3.7.7. Procedimiento de análisis microbiológico en cosméticos

El análisis microbiológico se basó en los límites establecidos por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 Productos cosméticos, verificación de la calidad.

Tabla XIII. **Especificaciones establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 Productos cosméticos, verificación de la calidad**

Determinación	Parámetros RTCA
Coliformes fecales	< 10 UFC/ mL ó g
Escherichia coli	Ausente

Fuente: Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 *Productos cosméticos, verificación de la calidad*. p. 10.

A continuación se describe el procedimiento a seguir para el análisis microbiológico:

- Se tomó una muestra de 25 g de cada cosmético.
- Se preparó la muestra del cosmético y se realizó el cultivo de microorganismos.
- Se conservó de forma adecuada los medios de cultivos.
- Se realizó una siembra y se observó los resultados.
- Luego se procedió a realizar el recuento de microorganismos como: recuento de coliformes fecales, *escherichia coli*.
- Las muestras analizadas en el laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), satisfacen los límites recomendados en la tabla XI.

3.7.8. Procedimiento de análisis sensorial en cosméticos

La evaluación organoléptica de los productos cosméticos se llevó a cabo una prueba de preferencia. Se calificaron las muestras de los cosméticos obtenidos con aceite esencial de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), de diferente procedencia, se les dio una codificación y se utilizó para la calificación una prueba de valoración y una escala hedónica de categorización no dimensionada de nueve puntos.

A continuación se describe en la tabla XII, la categorización no dimensionada de nueve puntos para la evaluación sensorial de color, olor, consistencia y aceptabilidad en general.

Tabla XIV. **Escala hedónica para la evaluación sensorial de color, olor, consistencia y aceptabilidad en general**

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Fuente: Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor.
file:///C:/Users/CC%20Farmaceutica/Downloads/172012Anlisisensorial-pruebasorientadasalconsumidor.pdf. Consulta: 24 de enero de 2019.

3.8. Recolección y ordenamiento de la información

A continuación se presenta la recolección y ordenamiento de la información.

Tabla XV. **Caracterización organoléptica de crema relajante, proveniente de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Caracterización organoléptica de crema relajante, proveniente de aceite esencial de hojas**

Lugar de Procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma Cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Caracterización organoléptica de loción astringente, proveniente de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Caracterización organoléptica de loción astringente, proveniente de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Emulsión	Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea
			Blanco	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Caracterización organoléptica de jabón de tocador, proveniente de aceite esencial de frutos

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Caracterización organoléptica de jabón de tocador, proveniente de aceite esencial de hojas

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Forma cosmética	Color	Olor	Apariencia
Campur, Alta Verapaz	1 475	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Cahabón, Alta Verapaz	238	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
San Luis, Petén	575	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Dolores, Petén	400	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
Melchor de Mencos, Petén	75	Pastilla	Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea
			Beige	Pimienta	Homogénea

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Medición de pH de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	Promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	6,10	6,16	0,0493
		6,18		
		6,19		
Cahabón, Alta Verapaz	238	6,85	6,69	0,1601
		6,53		
		6,70		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	7,15	7,13	0,0265
		7,14		
		7,10		
San Luis, Petén	575	7,17	7,19	0,0306
		7,19		
		7,23		
Dolores, Petén	400	7,17	7,08	0,1973
		6,85		
		7,21		
Melchor de Mencos, Petén	75	7,08	6,88	0,1861
		6,86		
		6,71		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Medición de pH de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	Promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	6,26	6,25	0,0153
		6,25		
		6,23		
Cahabón, Alta Verapaz	238	7,09	7,14	0,0473
		7,16		
		7,18		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	7,24	7,21	0,0252
		7,21		
		7,19		
San Luis, Petén	575	7,21	7,22	0,0153
		7,22		
		7,24		
Dolores, Petén	400	7,03	7,14	0,1002
		7,22		
		7,18		
Melchor de Mencos, Petén	75	6,94	7,12	0,1550
		7,18		
		7,23		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. Medición de pH de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	Promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	6,64	6,63	0,0100
		6,63		
		6,62		
Cahabón, Alta Verapaz	238	6,58	6,35	0,34771
		6,52		
		5,95		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	5,88	6,13	0,21572
		6,22		
		6,28		
San Luis, Petén	575	5,92	6,01	0,10817
		6,13		
		5,98		
Dolores, Petén	400	5,78	5,96	0,18556
		6,15		
		5,94		
Melchor de Mencos, Petén	75	5,67	5,78	0,14742
		5,73		
		5,95		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Medición de pH de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	Promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	6,63	6,60	0,0520
		6,63		
		6,54		
Cahabón, Alta Verapaz	238	5,58	5,73	0,1305
		5,77		
		5,83		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	5,65	5,87	0,1966
		5,95		
		6,02		
San Luis, Petén	575	6,12	6,05	0,0964
		5,94		
		6,09		
Dolores, Petén	400	6,15	6,13	0,0721
		6,05		
		6,19		
Melchor de Mencos, Petén	75	5,62	5,80	0,2804
		5,65		
		6,12		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Medición de pH de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos de pimienta dioica

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	pH promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	9,0	9,1	0,1000
		9,1		
		9,2		
Cahabón, Alta Verapaz	238	9,1	9,1	0,1528
		9,3		
		9,0		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	9,0	9,0	0,0577
		8,9		
		9,0		
San Luis, Petén	575	9,0	9,0	0,0577
		9,0		
		8,9		
Dolores, Petén	400	8,7	9,0	0,3000
		9,0		
		9,3		
Melchor de Mencos, Petén	75	9,0	9,1	0,1155
		9,2		
		9,2		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. Medición de pH de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	pH	pH promedio	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	9,4	9,4	0,0577
		9,3		
		9,4		
Cahabón, Alta Verapaz	238	9,2	9,1	0,1155
		9,0		
		9,0		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	9,0	9,1	0,2309
		9,0		
		9,4		
San Luis, Petén	575	9,1	9,0	0,1528
		9,0		
		8,8		
Dolores, Petén	400	9,1	9,0	0,0577
		9,0		
		9,0		
Melchor de Mencos, Petén	75	9,2	9,1	0,3055
		8,8		
		9,4		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)	Promedio (g/mL)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	1,0530	1,088	0,9678	0,9769	0,0080
		1,0687	1,088	0,9823		
		1,0670	1,088	0,9807		
Cahabón, Alta Verapaz	238	1,0682	1,088	0,9818	0,9782	0,0040
		1,0649	1,088	0,9788		
		1,0596	1,088	0,9739		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	1,0622	1,088	0,9763	0,9747	0,0053
		1,0541	1,088	0,9688		
		1,0653	1,088	0,9791		
San Luis, Petén	575	1,0727	1,088	0,9859	0,9812	0,0077
		1,0579	1,088	0,9723		
		1,0721	1,088	0,9854		
Dolores, Petén	400	1,0432	1,088	0,9588	0,9569	0,0042
		1,0442	1,088	0,9597		
		1,0359	1,088	0,9521		
Melchor de Mencos, Petén	75	1,0501	1,088	0,9652	0,9702	0,0089
		1,0668	1,088	0,9805		
		1,0498	1,088	0,9649		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)	Promedio (g/mL)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	1,0679	1,088	0,9815	0,9818	0,0059
		1,0748	1,088	0,9879		
		1,0620	1,088	0,9761		
Cahabón, Alta Verapaz	238	1,0423	1,088	0,9580	0,9620	0,0035
		1,0482	1,088	0,9634		
		1,0494	1,088	0,9645		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	1,0571	1,088	0,9716	0,9704	0,0047
		1,0601	1,088	0,9744		
		1,0502	1,088	0,9653		
San Luis, Petén	575	1,0640	1,088	0,9779	0,9817	0,0060
		1,0647	1,088	0,9786		
		1,0757	1,088	0,9887		
Dolores, Petén	400	1,0489	1,088	0,9641	0,9707	0,0068
		1,0637	1,088	0,9777		
		1,0557	1,088	0,9703		
Melchor de Mencos, Petén	75	1,0527	1,088	0,9676	0,9688	0,0061
		1,0482	1,088	0,9634		
		1,0613	1,088	0,9755		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)	Promedio (g/mL)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	0,9968	1,088	0,9162	0,9122	0,0081
		0,9824	1,088	0,9029		
		0,9982	1,088	0,9175		
Cahabón, Alta Verapaz	238	0,9434	1,088	0,8671	0,8704	0,0032
		0,9503	1,088	0,8734		
		0,9473	1,088	0,8707		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	0,9895	1,088	0,9095	0,9206	0,0097
		1,0094	1,088	0,9278		
		1,0057	1,088	0,9244		
San Luis, Petén	575	0,9877	1,088	0,9078	0,9107	0,0026
		0,9921	1,088	0,9119		
		0,9928	1,088	0,9125		
Dolores, Petén	400	0,9968	1,088	0,9162	0,9187	0,0066
		1,0077	1,088	0,9262		
		0,9942	1,088	0,9138		
Melchor de Mencos, Petén	75	0,9915	1,088	0,9113	0,9071	0,0050
		0,9884	1,088	0,9085		
		0,9808	1,088	0,9015		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa (g)	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)	Promedio (g/mL)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	0,9663	1,088	0,8881	0,8991	0,0095
		0,9833	1,088	0,9038		
		0,9850	1,088	0,9053		
Cahabón, Alta Verapaz	238	0,9544	1,088	0,8772	0,8866	0,0138
		0,9577	1,088	0,8802		
		0,9819	1,088	0,9025		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	0,9647	1,088	0,8867	0,8820	0,0045
		0,9550	1,088	0,8778		
		0,9591	1,088	0,8815		
San Luis, Petén	575	1,0039	1,088	0,9227	0,9249	0,0064
		1,0142	1,088	0,9322		
		1,0009	1,088	0,9199		
Dolores, Petén	400	0,9408	1,088	0,8647	0,8702	0,0066
		0,9547	1,088	0,8775		
		0,9448	1,088	0,8684		
Melchor de Mencos, Petén	75	0,9805	1,088	0,9012	0,9076	0,0058
		0,9927	1,088	0,9124		
		0,9892	1,088	0,9092		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Aguja	RPM	Factor de multiplicación	Lectura viscosímetro	Viscosidad (cP)	Promedio (cP)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	64	3	2000	31,0	62 000	61666,67	577,35
					30,5	61 000		
					31,0	62 000		
Cahabón, Alta Verapaz	238	64	3	2000	32,5	65 000	66333,33	1527,53
					33,0	66 000		
					34,0	68 000		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	64	3	2000	32,0	64 000	65333,33	2309,40
					34,0	68 000		
					32,0	64 000		
San Luis, Petén	575	64	3	2000	32,0	64 000	65666,67	2081,67
					34,0	68 000		
					32,5	65 000		
Dolores, Petén	400	64	3	2000	31,0	62 000	60666,67	1154,70
					30,0	60 000		
					30,0	60 000		
Melchor de Mencos, Petén	75	64	3	2000	31,0	62 000	59666,67	2081,67
					29,0	58 000		
					29,5	59 000		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Aguja	RPM	Factor de multiplicación	Lectura viscosímetro	Viscosidad (cP)	Promedio (cP)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	64	6	1000	65,0	65 000	64666,67	577,35
					65,0	65 000		
					64,0	64 000		
Cahabón, Alta Verapaz	238	64	6	1000	60,5	60 500	60333,33	1258,31
					61,5	61 500		
					59,0	59 000		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	64	6	1000	61,5	61 500	61166,67	288,68
					61,0	61 000		
					61,0	61 000		
San Luis, Petén	575	64	6	1000	59,0	59 000	59666,67	1154,70
					59,0	59 000		
					61,0	61 000		
Dolores, Petén	400	64	6	1000	61,0	61 000	61000,00	1000,00
					62,0	62 000		
					60,0	60 000		
Melchor de Mencos, Petén	75	64	6	1000	57,0	57 000	56333,33	1154,70
					55,0	55 000		
					57,0	57 000		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (m)	Aguja	RPM	Factor De multiplicación	Lectura viscosímetro	Viscosidad (cP)	Promedio (cP)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	63	6	200	95,0	19 000	19 133,33	115,47
					96,0	19 200		
					96,0	19 200		
Cahabón, Alta Verapaz	238	63	6	200	94,0	18 800	18 966,67	152,75
					95,0	19 000		
					95,5	19 100		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	63	6	200	85,0	17 000	17 133,33	115,47
					86,0	17 200		
					86,0	17 200		
San Luis, Petén	575	63	6	200	91,0	18 200	18 233,33	57,74
					91,0	18 200		
					91,5	18 300		
Dolores, Petén	400	63	6	200	94,5	18 900	18 833,33	57,74
					94,0	18 800		
					94,0	18 800		
Melchor de Mencos, Petén	75	63	6	200	96,0	19 200	19 266,67	11,47
					96,0	19 200		
					97,0	19 400		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (m)	Aguja	RPM	Factor de multiplicación	Lectura viscosímetro	Viscosidad (cP)	Promedio (cP)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	63	6	200	85,00	17 000	16 966,67	57,74
					84,50	16 900		
					85,00	17 000		
Cahabón, Alta Verapaz	238	63	6	200	97,00	19 400	19 333,33	115,47
					96,00	19 200		
					97,00	19 400		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	63	6	200	90,00	18 000	17 933,33	115,47
					89,00	17 800		
					90,00	18 000		
San Luis, Petén	575	63	6	200	85,00	17 000	17 066,67	57,74
					85,50	17 100		
					85,50	17 100		
Dolores, Petén	400	63	6	200	87,00	17 400	17 400,00	0,000
					87,00	17 400		
					87,00	17 400		
Melchor de Mencos, Petén	75	63	6	200	93,00	18 600	18 533,33	115,47
					93,00	18 600		
					92,00	18 400		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Volumen de HCl a 0,1N (mL)	Porcentaje de alcalinidad %	Promedio %	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	0,1567	0,0019	0,0023	0,0004
		0,1200	0,0027		
		0,1200	0,0024		
Cahabón, Alta Verapaz	238	0,1200	0,0019	0,0026	0,0006
		0,0933	0,0031		
		0,1333	0,0027		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	0,1267	0,0025	0,0023	0,0003
		0,1133	0,0019		
		0,1233	0,0025		
San Luis, Petén	575	0,1067	0,0021	0,0022	0,0001
		0,1133	0,0023		
		0,1067	0,0021		
Dolores, Petén	400	0,0933	0,0019	0,0019	0,0002
		0,1000	0,0020		
		0,0867	0,0017		
Melchor de Mencos, Petén	75	0,1133	0,0024	0,0021	0,0003
		0,1000	0,0020		
		0,0933	0,0019		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Volumen de HCl a 0,1N (mL)	Porcentaje de alcalinidad %	Promedio %	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	0,1000	0,0020	0,0022	0,0002
		0,0933	0,0024		
		0,1133	0,0023		
Cahabón, Alta Verapaz	238	0,1000	0,0020	0,0022	0,0002
		0,1200	0,0024		
		0,1133	0,0023		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	0,1133	0,0023	0,0023	0,0003
		0,1233	0,0025		
		0,1333	0,0020		
San Luis, Petén	575	0,1367	0,0027	0,0024	0,0002
		0,1133	0,0023		
		0,1267	0,0023		
Dolores, Petén	400	0,1333	0,0027	0,0029	0,0005
		0,1733	0,0035		
		0,0933	0,0025		
Melchor de Mencos, Petén	75	0,1133	0,0023	0,0024	0,0001
		0,1267	0,0025		
		0,1133	0,0023		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa inicial (g)	Materia insoluble en alcohol (g)	Porcentaje de Materia insoluble en alcohol (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	1,0056	0,0092	0,6172	0,6621	0,3592
		1,0016	0,0049	0,3275		
		1,0337	0,0157	1,0416		
Cahabón, Alta Verapaz	238	1,0045	0,0153	1,1312	0,7164	0,3917
		1,0047	0,0092	0,6652		
		1,0073	0,0101	0,3529		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	1,0087	0,0177	1,2046	1,1545	0,3523
		1,0185	0,0117	0,7798		
		1,0243	0,0225	1,4790		
San Luis, Petén	575	1,0223	0,0203	1,4994	1,2933	0,6628
		1,0050	0,0079	0,5520		
		1,0015	0,0186	1,8286		
Dolores, Petén	400	1,0071	0,0152	1,2036	0,6877	0,4502
		1,0144	0,0063	0,3747		
		1,0608	0,0316	0,4847		
Melchor de Mencos, Petén	75	1,0217	0,0077	0,5643	0,4505	0,1073
		1,0059	0,0061	0,4358		
		1,0289	0,0106	0,3513		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Masa inicial (g)	Materia insoluble en alcohol (g)	Porcentaje de materia insoluble en alcohol (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
Campur, Alta Verapaz	1 475	1,0067	0,0080	0,5058	0,5692	0,0562
		1,0016	0,0089	0,5886		
		1,0335	0,0095	0,6131		
Cahabón, Alta Verapaz	238	1,0070	0,0122	0,5265	0,4802	0,3556
		1,0027	0,0119	0,8104		
		1,0074	0,0058	0,1037		
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	1,0111	0,0051	0,3587	0,4193	0,0559
		1,0066	0,0066	0,4301		
		1,0045	0,0056	0,4689		
San Luis, Petén	575	1,0058	0,0098	0,3027	0,3932	0,3183
		1,0105	0,0019	0,1 300		
		1,0230	0,0082	0,7469		
Dolores, Petén	400	1,0036	0,0071	0,4841	0,5312	0,1127
		1,0188	0,0134	0,4497		
		1,0218	0,0086	0,6598		
Melchor de Mencos, Petén	75	1,0078	0,0082	0,5598	0,4741	0,1091
		1,0047	0,0065	0,5114		
		1,0289	0,0106	0,3513		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Análisis microbiológico de aceite esencial de frutos de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XL. **Análisis microbiológico de aceite esencial de hojas de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLI. **Análisis microbiológico de crema relajante proveniente de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLII. **Análisis microbiológico de crema relajante proveniente de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLIII. **Análisis microbiológico de loción astringente proveniente de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLIV. **Análisis microbiológico de loción astringente proveniente de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLV. **Análisis microbiológico de jabón de tocador proveniente de aceite esencial de frutos**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

Tabla XLVI. **Análisis microbiológico de jabón de tocador proveniente de aceite esencial de hojas**

Lugar de procedencia	Nivel altitudinal (msnm)	Recuento de coliformes fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	<10	Ausencia

Fuente: datos experimentales, Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos (LAFYM), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

3.8.1. Análisis estadístico

A continuación se presenta el análisis estadístico.

Tabla XLVII. **Potencial de hidrógeno de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	18,47	6,16	0,00243
Cahabón, Alta Verapaz	3	20,08	6,69	0,02563
Carchá, Alta Verapaz	3	21,39	7,13	0,00070
San Luis, Petén	3	21,59	7,20	0,00093
Dolores, Petén	3	21,23	7,08	0,03893
Melchor, Petén	3	20,65	6,88	0,03463

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVIII. **ANOVA del potencial de hidrógeno de crema relajante, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2,26829	5	0,45366	26,36	4,43167E-06	3,10588
Dentro de los grupos	0,20653	12	0,01721			
Total	2,47483	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLIX. **Potencial de hidrógeno de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	18,74	6,25	0,00023
Cahabón, Alta Verapaz	3	21,43	7,14	0,00223
Carchá, Alta Verapaz	3	21,64	7,21	0,00063
San Luis, Petén	3	21,67	7,22	0,00023
Dolores, Petén	3	21,43	7,14	0,01003
Melchor, Petén	3	21,35	7,12	0,02403

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **ANOVA del potencial de hidrógeno de crema relajante, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2,14904	5	0,42981	68,95330	2,03214E-08	3,10588
Dentro de los grupos	0,07480	12	0,00623			
Total	2,22384	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Potencial de hidrógeno de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Parte de la planta	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	123,41	6,86	0,14558
Hoja	18	126,26	7,01	0,13081

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **ANOVA del potencial de hidrógeno de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,22563	1	0,22563	1,63264	0,20999	4,1 3002
Dentro de los grupos	4,69867	34	0,13820			
Total	4,92430	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Datos de potencial de hidrógeno de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	19,89	6,63	1E-04
Cahabón, Alta Verapaz	3	19,05	6,35	0,12090
Carchá, Alta Verapaz	3	18,38	6,13	0,04653
San Luis, Petén	3	18,03	6,01	0,01170
Dolores, Petén	3	17,87	5,96	0,03443
Melchor, Petén	3	17,35	5,78	0,02173

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,38616	5	0,27723	7,06624	0,00270	3,10588
Dentro de los grupos	0,47080	12	0,03923			
Total	1,85696	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Datos de potencial de hidrógeno de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	19,8	6,60	0,00270
Cahabón, Alta Verapaz	3	17,18	5,73	0,01703
Carchá, Alta Verapaz	3	17,62	5,87	0,03863
San Luis, Petén	3	18,15	6,05	0,00930
Dolores, Petén	3	18,39	6,13	0,00520
Melchor, Petén	3	17,39	5,80	0,07863

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,51889	5	0,30378	12,03085	0,00025	3,10588
Dentro de los grupos	0,30300	12	0,02525			
Total	1,82189	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Potencial de hidrógeno de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	110,57	6,14	0,10923
Hoja	18	108,53	6,03	0,10717

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVIII. **ANOVA del potencial de hidrógeno de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,11560	1	0,11560	1,06838	0,30861	4,1 3002
Dentro de los grupos	3,67886	34	0,10820			
Total						

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Datos de potencial de hidrógeno de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	27,3	9,10	0,01000
Cahabón, Alta Verapaz	3	27,4	9,13	0,02333
Carchá, Alta Verapaz	3	26,9	8,97	0,00333
San Luis, Petén	3	26,9	8,97	0,00333
Dolores, Petén	3	27,0	9,00	0,09000
Melchor, Petén	3	27,4	9,13	0,01333

Fuente: elaboración propia.

Tabla LX. **ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,09833	5	0,01967	0,82326	0,55643	3,10588
Dentro de los grupos	0,28667	12	0,02389			
Total	0,38500	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Datos de potencial de hidrógeno de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	28,1	9,37	0,00333
Cahabón, Alta Verapaz	3	27,2	9,07	0,01333
Carchá, Alta Verapaz	3	27,4	9,13	0,05333
San Luis, Petén	3	26,9	8,97	0,02333
Dolores, Petén	3	27,1	9,03	0,00333
Melchor, Petén	3	27,4	9,13	0,09333

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. **ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,28500	5	0,05700	1,80000	0,18735	3,10588
Dentro de los grupos	0,38000	12	0,03167			
Total	0,66500	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Potencial de hidrógeno de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	162,9	9,05	0,02265
Hoja	18	164,1	9,12	0,03912

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. **ANOVA del potencial de hidrógeno de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,04	1	0,04000	1,29524	0,26304	4,1 3002
Dentro de los grupos	1,05	34	0,03088			
Total	1,09	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXV. **Datos de densidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	2,9308	0,97693	6,32E-05
Cahabón, Alta Verapaz	3	2,9345	0,97817	1,59E-05
Carchá, Alta Verapaz	3	2,9242	0,97473	2,836E-05
San Luis, Petén	3	2,9436	0,98120	5,947E-05
Dolores, Petén	3	2,8706	0,95687	1,724E-05
Melchor, Petén	3	2,9106	0,97020	7,959E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVI. **ANOVA de densidad de crema relajante, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00114	5	0,00023	5,19354	0,00911	3,10588
Dentro de los grupos	0,00053	12	4,39622E-05			
Total	0,00167	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVII. **Datos de densidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	2,94550	0,98183	3,489E-05
Cahabón, Alta Verapaz	3	2,88590	0,96197	1,21E-05
Carchá, Alta Verapaz	3	2,91130	0,97043	2,172E-05
San Luis, Petén	3	2,94520	0,98173	3,652E-05
Dolores, Petén	3	2,91210	0,97070	4,636E-05
Melchor, Petén	3	2,90650	0,96883	3,774E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXVIII. **ANOVA de densidad de crema relajante, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00091	5	0,000183	5,78426	0,00605	3,10588
Dentro de los grupos	0,00038	12	3,15578E-05			
Total	0,00129	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIX. **Densidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Frutos	18	17,5143	0,97302	9,82E-05
Hojas	18	17,5065	0,97258	7,60E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXX. **ANOVA de densidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,69E-06	1	1,69E-06	0,01941	0,89002	4,1 3002
Dentro de los grupos	0,00296	34	8,71E-05			
Total	0,00296	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXI. **Datos de densidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	2,73660	0,91220	6,529E-05
Cahabón, Alta Verapaz	3	2,61120	0,87040	9,99E-06
Carchá, Alta Verapaz	3	2,76170	0,92057	9,47433E-05
San Luis, Petén	3	2,73220	0,91073	6,54333E-06
Dolores, Petén	3	2,75620	0,91873	4,32533E-05
Melchor, Petén	3	2,72130	0,90710	2,548E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXII. **ANOVA de densidad de loción astringente de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00510	5	0,00102	24,9698	5,929E-06	3,10588
Dentro de los grupos	0,00049	12	4,09E-05			
Total	0,00559	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIII. **Datos de densidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	2,69720	0,89907	9,076E-05
Cahabón, Alta Verapaz	3	2,65990	0,88663	0,0001911
Carchá, Alta Verapaz	3	2,64600	0,88200	1,999E-05
San Luis, Petén	3	2,77480	0,92493	4,156E-05
Dolores, Petén	3	2,61060	0,87020	4,339E-05
Melchor, Petén	3	2,72276	0,90759	3,354E-05

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIV. **ANOVA de densidad de loción astringente, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00577	5	0,00115	16,48778	5,192E-05	3,10588
Dentro de los grupos	0,00084	12	7,01E-05			
Total	0,00662	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXV. **Densidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	16,32	0,90662	0,00033
Hoja	18	16,11	0,89507	0,00039

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVI. **ANOVA de densidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00120	1	0,00120	3,34443	0,07622	4,1 3002
Dentro de los grupos	0,01221	34	0,00036			
Total	0,01341	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. **Datos de viscosidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	185 000	61 666,67	333 333,33
Cahabón, Alta Verapaz	3	199 000	66 333,33	2333 333,33
Carchá, Alta Verapaz	3	196 000	65 333,33	5333 333,33
San Luis, Petén	3	197 000	65 666,67	4333 333,33
Dolores, Petén	3	182 000	60 666,67	1333 333,33
Melchor, Petén	3	179 000	59 666,67	4333 333,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **ANOVA de viscosidad de crema relajante, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	125111111	5	25022222	8,34074	0,00133	3,10588
Dentro de los grupos	36000000	12	3000000			
Total	161111111	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Datos de viscosidad de crema relajante para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta verapaz	3	194 000	64 666,67	333 333,33
Cahabón, Alta Verapaz	3	181 000	60 333,33	1 583 333,33
Carchá, Alta Verapaz	3	183 500	61 166,67	83 333,33
San Luis, Petén	3	179 000	59 666,67	1 333 333,33
Dolores, Petén	3	183 000	61 000,00	1 000 000,00
Melchor, Petén	3	169 000	56 333,33	1 333 333,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXX. **ANOVA de viscosidad de crema relajante de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	108 402 778	5	21 680 556	22,95588	9,288E-06	3,10588
Dentro de los grupos	11 333 333	12	944 444,4			
Total	119 736 111	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXI. **Viscosidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	1 138 000	63 222,22	9 477 124,18
Hoja	18	1 089 500	60 527,78	7 043 300,65

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXII. **NOVA de viscosidad de crema relajante en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	65 340 278	1	65 340 278	7,91024	0,00811	4,1 3002
Dentro de los grupos	28 0847 222	34	8 260 212,4			
Total	346 187 500	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIII. **Datos de viscosidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	57 400	19 133,33	13 333,33
Cahabón, Alta Verapaz	3	56 900	18 966,67	23 333,33
Carchá, Alta Verapaz	3	51 400	17 133,33	13 333,33
San Luis, Petén	3	54 700	18 233,33	3 333,33
Dolores, Petén	3	56 500	18 833,33	3 333,33
Melchor, Petén	3	57 800	19 266,67	13 333,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIV. **ANOVA de viscosidad de loción astringente, de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9609444,4	5	1921888,9	164,73	1,26196E-10	3,10588
Dentro de los grupos	140000	12	11666,67			
Total	9749444,4	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXV. **Datos de viscosidad de loción astringente para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	50 900	16 966,67	3 333,33
Cahabón, Alta Verapaz	3	58 000	19 333,33	13 333,33
Carchá, Alta Verapaz	3	53 800	17 933,33	13 333,33
San Luis, Petén	3	51 200	17 066,67	3 333,33
Dolores, Petén	3	52 200	17 400,00	0,00
Melchor, Petén	3	55 600	18 533,33	13 333,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVI. **ANOVA de viscosidad de loción astringente, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12802777,78	5	2 560 555,56	329,21	2,08756E-12	3,10588
Dentro de los grupos	93 333,33	12	7 777,78			
Total	12 896 111,11	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVII. **Viscosidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	334 700	18 594,44	573 496,73
Hoja	18	321 700	17 872,22	758 594,77

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVIII. **ANOVA de viscosidad de loción astringente en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	4 694 444,4	1	4694 444,4	7,04823	0,01198	4,1 3002
Dentro de los grupos	22 645 556	34	666 045,8			
Total						

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. **Datos de alcalinidad libre de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	0,00700	0,00233	1,63E-07
Cahabón, Alta Verapaz	3	0,00770	0,00257	3,73E-07
Carchá, Alta Verapaz	3	0,00690	0,00230	1,2E-07
San Luis, Petén	3	0,00650	0,00217	1,33E-08
Dolores, Petén	3	0,00560	0,00187	2,33E-08
Melchor, Petén	3	0,00630	0,00210	7E-08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	8,444E-07	5	1,689E-07	1,32751	0,31698	3,10588
Dentro de los grupos	1,527E-06	12	1,272E-07			
Total	2,371E-06	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCI. **Datos de alcalinidad libre de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	0,0067	0,00223	4,333E-08
Cahabón, Alta Verapaz	3	0,0067	0,00223	4,333E-08
Carchá, Alta Verapaz	3	0,0068	0,00227	6,333E-08
San Luis, Petén	3	0,0073	0,00243	5,333E-08
Dolores, Petén	3	0,0087	0,00290	2,800E-07
Melchor, Petén	3	0,0071	0,00237	1,333E-08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCII. **ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9,76E-07	5	1,95E-07	2,35839	0,10371	3,10588
Dentro de los grupos	9,93E-07	12	8,28E-08			
Total	1,97E-06	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIII. **Alcalinidad libre de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	0,04000	0,00222	1,39E-07
Hoja	18	0,04330	0,00241	1,16E-07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIV. **ANOVA de alcalinidad libre de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3,03E-07	1	3,03E-07	2,36951	0,13298	4,1 3002
Dentro de los grupos	4,34E-06	34	1,28E-07			
Total	4,64E-06	35				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCV. **Datos de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de frutos**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	1,98638	0,66213	0,12900
Cahabón, Alta Verapaz	3	2,14934	0,71645	0,15341
Carchá, Alta Verapaz	3	3,46335	1,15445	0,12410
San Luis, Petén	3	3,87996	1,29332	0,43932
Dolores, Petén	3	2,06301	0,68767	0,20266
Melchor, Petén	3	1,35136	0,45045	0,01151

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVI. **ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador de aceite esencial de frutos proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,57585	5	0,31517	1,78396	0,19066	3,10588
Dentro de los grupos	2,12002	12	0,17667			
Total	3,69586	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVII. **Datos de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador para ANOVA de un factor de aceite esencial proveniente de hojas**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Campur, Alta Verapaz	3	1,70754	0,56918	0,00316
Cahabón, Alta Verapaz	3	1,44063	0,48021	0,12648
Carchá, Alta Verapaz	3	1,25778	0,41926	0,00312
San Luis, Petén	3	1,17959	0,39320	0,10130
Dolores, Petén	3	1,59361	0,53120	0,01270
Melchor, Petén	3	1,42244	0,47415	0,01191

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCVIII. **ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador, de aceite esencial de hojas proveniente de las regiones de Alta Verapaz y Petén**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,06542	5	0,01308	0,30348	0,90150	3,10588
Dentro de los grupos	0,51736	12	0,04311			
Total	0,58277	17				

Fuente: elaboración propia.

Tabla XCIX. **Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial, para ANOVA de un factor**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Fruto	18	14,89340	0,82741	0,21740
Hoja	18	8,60159	0,47787	0,03428

Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **ANOVA de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador en función de la procedencia del aceite esencial**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1,09964	1	1,09964	8,73821	0,00563	4,1 3002
Dentro de los grupos	4,27863	34	0,12584			
Total	5,37827	35				

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

Tabla CI. **Potencial de hidrógeno de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	pH
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	6,16 ± 0,0493
		Hoja	6,25 ± 0,0153
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	6,69 ± 0,1601
		Hoja	7,14 ± 0,0473
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	7,13 ± 0,0265
		Hoja	7,21 ± 0,0252
San Luis, Petén	575	Fruto	7,19 ± 0,0306
		Hoja	7,22 ± 0,0153
Dolores, Petén	400	Fruto	7,08 ± 0,1973
		Hoja	7,14 ± 0,1002
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	6,88 ± 0,1861
		Hoja	7,12 ± 0,1550

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Potencial de hidrógeno de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	pH
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	6,63 ± 0,0100
		Hoja	6,60 ± 0,0520
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	6,35 ± 0,3477
		Hoja	5,73 ± 0,1305
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	6,13 ± 0,2157
		Hoja	5,87 ± 0,1966
San Luis, Petén	575	Fruto	6,01 ± 0,1082
		Hoja	6,05 ± 0,0964
Dolores, Petén	400	Fruto	5,96 ± 0,1855
		Hoja	6,13 ± 0,0721
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	5,78 ± 0,1474
		Hoja	5,80 ± 0,2804

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIII. **Potencial de hidrógeno de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	pH
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	9,1 ± 0,1000
		Hoja	9,4 ± 0,0577
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	9,1 ± 0,1528
		Hoja	9,1 ± 0,1155
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	9,0 ± 0,0577
		Hoja	9,1 ± 0,2309
San Luis, Petén	575	Fruto	9,0 ± 0,0577
		Hoja	9,0 ± 0,1528
Dolores, Petén	400	Fruto	9,0 ± 0,3000
		Hoja	9,0 ± 0,0577
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	9,0 ± 0,0577
		Hoja	9,1 ± 0,3055

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIV. **Densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Densidad (g/mL)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	0,9769 ± 0,0080
		Hoja	0,9818 ± 0,0059
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	0,9782 ± 0,0040
		Hoja	0,9620 ± 0,0035
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	0,9747 ± 0,0053
		Hoja	0,9704 ± 0,0047
San Luis, Petén	575	Fruto	0,9812 ± 0,0077
		Hoja	0,9817 ± 0,0060
Dolores, Petén	400	Fruto	0,9569 ± 0,0042
		Hoja	0,9707 ± 0,0068
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	0,9702 ± 0,0089
		Hoja	0,9688 ± 0,0061

Fuente: elaboración propia.

Tabla CV. **Densidad de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Densidad (g/mL)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	0,9122 ± 0,0081
		Hoja	0,8991 ± 0,0095
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	0,8704 ± 0,0032
		Hoja	0,8866 ± 0,0138
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	0,9206 ± 0,0097
		Hoja	0,8820 ± 0,0045
San Luis, Petén	575	Fruto	0,9107 ± 0,0026
		Hoja	0,9249 ± 0,0064
Dolores, Petén	400	Fruto	0,9187 ± 0,0066
		Hoja	0,8702 ± 0,0066
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	0,9071 ± 0,0050
		Hoja	0,9076 ± 0,0058

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVI. **Viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Viscosidad (cp)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	61666,67 ± 577,35
		Hoja	64666,67 ± 577,35
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	66333,33 ± 1527,53
		Hoja	60333,33 ± 1258,31
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	65333,33 ± 2309,40
		Hoja	61166,67 ± 288,68
San Luis, Petén	575	Fruto	65666,67 ± 2081,67
		Hoja	59666,67 ± 1154,70
Dolores, Petén	400	Fruto	60666,67 ± 1154,70
		Hoja	61000,00 ± 1000,00
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	59666,67 ± 2081,67
		Hoja	56333,33 ± 1154,70

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVII. **Viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Viscosidad (cp)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	19133,33 ± 115,47
		Hoja	16966,67 ± 57,74
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	18966,67 ± 152,75
		Hoja	19333,33 ± 115,47
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	17133,33 ± 115,47
		Hoja	17933,33 ± 115,47
San Luis, Petén	575	Fruto	18233,33 ± 57,74
		Hoja	17066,67 ± 57,74
Dolores, Petén	400	Fruto	18833,33 ± 57,74
		Hoja	17400,00 ± 0,000
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	18833,33 ± 57,74
		Hoja	18533,33 ± 115,47

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVIII. **Alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Alcalinidad Libre (%)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	0,0023 ± 0,0004
		Hoja	0,0022 ± 0,0002
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	0,0026 ± 0,0006
		Hoja	0,0022 ± 0,0002
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	0,0023 ± 0,0003
		Hoja	0,0023 ± 0,0003
San Luis, Petén	575	Fruto	0,0022 ± 0,0001
		Hoja	0,0024 ± 0,0002
Dolores, Petén	400	Fruto	0,0019 ± 0,0002
		Hoja	0,0029 ± 0,0005
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	0,0021 ± 0,0003
		Hoja	0,0024 ± 0,0001

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIX. **Materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Materia Insoluble en Alcohol (%)
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	0,6621 ± 0,3592
		Hoja	0,5692 ± 0,0562
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	0,7164 ± 0,3917
		Hoja	0,4802 ± 0,3556
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	1,1545 ± 0,3523
		Hoja	0,4193 ± 0,0559
San Luis, Petén	575	Fruto	1,2933 ± 0,6628
		Hoja	0,3932 ± 0,3183
Dolores, Petén	400	Fruto	0,6877 ± 0,4502
		Hoja	0,5312 ± 0,1127
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	0,4505 ± 0,1073
		Hoja	0,4741 ± 0,1091

Fuente: elaboración propia.

Tabla CX. **Análisis microbiológico de crema relajante a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Recuento de Coliformes Fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXI. **Análisis microbiológico de loción astringente a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Recuento de Coliformes Fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXII. **Análisis microbiológico de jabón de tocador a partir de aceite esencial de pimienta dioica (*Pimenta Dioica* (L.) Merrill)**

Región	Nivel Altitudinal (msnm)	Parte de la Planta	Recuento de Coliformes Fecales (UFC/g)	<i>Escherichia Coli</i>
Campur, Alta Verapaz	1 475	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Cahabón, Alta Verapaz	238	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Pedro Carchá, Alta Verapaz	1 300	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
San Luis, Petén	575	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Dolores, Petén	400	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia
Melchor de Mencos, Petén	75	Fruto	<10	Ausencia
		Hoja	<10	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente trabajo de investigación consistió en la formulación de tres productos cosméticos: crema relajante (emulsión), loción astringente (emulsión) y jabón de tocador (pastilla). El agente activo de los productos cosméticos es el aceite esencial de hojas y frutos de pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merrill), proveniente de tres niveles altitudinales de Alta Verapaz: Campur (1 475 msnm), Cahabón (238 msnm), San Pedro Carchá (1 300 msnm), y tres niveles altitudinales de Petén: San Luis (575 msnm), Dolores (400 msnm), Melchor de Mencos (75 msnm).

En la tabla IX se observa la formulación de la crema relajante, la cual contiene un 82,05 % de agua desmineralizada. Los emolientes que confieren suavidad en la piel son la cera de soya, cera microcristalina, la glicerina y el aceite mineral. La silicona cosmética, EDTA carbopol son vehículos y emolientes. El alcohol catoestearílico es el agente emulsificante que permite formar una mezcla homogénea de las fases oleosa y acuosa. Como regulador de pH se utilizó la trietanolamina y la sustancia conservante que permite inhibir el crecimiento de microorganismos es la dimetilol-5,5-dimetil hidantoína (DMDM hidantoína). El principio activo es el aceite esencial de pimienta a una concentración de 0,5 %.

La tabla X muestra la formulación de la loción astringente. Contiene un 93,9 % de agua desmineralizada, glicerina y aceite mineral como emolientes, el agente emulsificante de la formulación es el copolímero de acrilato de sodio (Bcare ET 58), la silicona cosmética que es un emoliente y vehículo de la formulación, el agente preservante es el dimetilol-5,5-dimetil hidantoína (DMDM

hidantoína). El agente activo es el aceite esencial de pimienta gorda a una concentración de 0,3 %. La cantidad de aceite esencial en loción astringente cumple con el rango establecido por IFRA (0,2 a 0,5).

La formulación de jabón de tocador se presenta en la tabla XI, la cual contiene grasas de origen vegetal como aceite de coco, oliva, girasol y ricino. La base alcalina es el hidróxido de sodio en solución con agua desmineralizada. Se agregó Vitamina E como agente antioxidante de la formulación, el dióxido de titanio como pigmento que proporcionó blancura, opacidad y protección al jabón de tocador. El principio activo de la formulación es el aceite esencial de pimienta gorda a una concentración de 0, 5%. Al mezclar los ácidos grasos (aceite de coco, oliva girasol y ricino), con la solución alcalina de hidróxido de sodio se obtuvo como producto de la reacción jabón y glicerina.

Las tablas XV, XVI, XVII, XVIII, IXX y XX, muestran la caracterización de cada cosmético, como se puede observar la apariencia de los productos cosméticos es homogénea. El color de cada cosmético se encuentra en función de los excipientes utilizados y el aroma es característico del aceite esencial de pimienta.

En las tablas XLVIII y L se representa el análisis de varianza para un factor del potencial de hidrógeno de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos y de hojas, que muestra si la diferencia entre las medias muestrales es significativa. Para un valor del coeficiente de Fisher calculado mayor a su valor crítico, se determinó que el potencial de hidrógeno se ve afectado por la procedencia del aceite esencial, con un 95 % de confianza. Al realizar una comparación del potencial de hidrógeno de las cremas con aceite esencial de frutos con las cremas que contienen aceite esencial de hojas por medio de análisis de varianza de un factor, como lo muestra la tabla LII, se determinó que

no existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

El potencial de hidrógeno de las lociones astringentes se muestran en la tabla CII, donde el pH se mantuvo en un rango de (5,73 a 6,73). En comparación con la crema relajante, las lociones astringentes presentan un pH menor, ya que se agregó una concentración menor de aceite esencial de pimienta gorda debido a que a que la estructura de la piel de la cara casi siempre está en contacto directo con elementos como el sol y los rayos ultra violeta. La piel facial es especialmente delgada y sensible y, por tanto, vulnerable al envejecimiento e irritaciones.

En las tablas LIV y LVI se muestra el análisis de varianza del potencial de hidrógeno de la loción astringente de aceite esencial de frutos y de hojas en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén, se determinó que existe diferencia significativa, por lo que se rechaza la hipótesis nula.

Según el análisis de un factor realizado para el potencial de hidrógeno de loción astringente, la tabla LVIII muestra que no existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno en función de la parte de la planta, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Los resultados del potencial de hidrógeno de jabón de tocador se presentan en la tabla CIII. Se observa que el pH de los jabones es alcalino debido al hidróxido de sodio que se utilizó en la reacción de saponificación, por lo tanto presentan valores de pH mayores a los de cremas y lociones astringentes. El pH se mantuvo en un rango de (9,0 a 9,4).

El análisis de varianza de un factor para jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos y hojas se presenta en la tabla LX y LXII. Se observa que no existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén. Al realizar el análisis de varianza de jabón de tocador en función si el aceite esencial procede de hojas o frutos, se observa en la tabla LXIV que no existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

La densidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos y hojas en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén se presenta en la tabla LXVI y LXVIII. Por medio del análisis de varianza de un factor se determinó que existe diferencia significativa. La tabla LXX muestra que no existe diferencia significativa de la densidad de crema relajante en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

Según la tabla CIV en la sección de resultados la mayor densidad de crema relajante es de $(0,9818 \pm 0,0059)$ g/mL y corresponde a la crema con aceite esencial de hojas proveniente de la región de Campur, Alta Verapaz. En la tabla CV se muestran las densidades de la loción astringente. Se puede observar que presentan una densidad menor a la de las cremas relajantes, debido a que contienen menos compuestos en su fórmula cuantitativa. La mayor densidad que presenta la loción astringente es de $(0,9249 \pm 0,0064)$ g/mL y corresponde a la crema con aceite esencial de hojas de San Luis, Petén.

Los resultados de las tablas LXXII y LXXIV, muestran que existe diferencia significativa de la densidad de lociones astringentes a partir de aceite esencial de frutos y de hojas en función de la procedencia de las regiones de estudio. La tabla LXXVI muestra que no existe diferencia significativa de la densidad en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

Las viscosidades de crema relajante se presentan en la tabla CVI y en la tabla CVII, los valores de viscosidad de loción astringente. Al comparar los datos se observa que las cremas relajantes tienen mayores viscosidades que las lociones astringentes, debido a que la crema relajante tiene compuestos que le confieren mayor viscosidad como la cera de soya, la cera microcristalina, la glicerina que tiene una concentración al 4 % en la fórmula cuantitativa, el emulsificante que también se encuentra a una concentración, mayor por lo que funciona como agente espesante en la formulación.

Los resultados de las tablas LXXVIII y LXXX muestran que existe diferencia significativa de la viscosidad de crema relajante a partir de aceite esencial de frutos y de hojas en función de la procedencia de las regiones de estudio. Se determinó que la viscosidad de crema relajante no se ve afectada si el aceite esencial procede de frutos o de hojas como se observa en la tabla LXXXII.

La viscosidad de loción astringente a partir de aceite esencial de frutos en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén se presentan en las tablas LXXXIV y LXXXVI. Por medio del análisis de varianza de un factor se determinó que existe diferencia significativa por el contrario, los resultados de la tabla LXXXVIII presentan que la viscosidad no varía significativamente en función de la parte de la planta.

Se determinó el porcentaje de alcalinidad libre de los jabones de tocador y se estableció parámetros para comprobar la calidad del jabón, como se muestra en la tabla XII. El mayor porcentaje de alcalinidad libre de los jabones de tocador proveniente de aceite esencial de frutos que muestra la tabla CVIII en la sección de resultados es de $(0,0026 \pm 0,0006)$ y corresponde a Cahabón, del departamento de Alta Verapaz, por lo que se cumple con la especificación de la tabla XII que nos muestra que el porcentaje máximo de alcalinidad libre para

jabón con hidróxido de sodio es de 0,05 %. En la tabla CVIII también se presentan los resultados de alcalinidad libre de jabón de tocador con aceite esencial de hojas y el mayor porcentaje de alcalinidad libre corresponde a la región de Dolores del departamento de Petén, con un valor de $(0,0029 \pm 0,0005)$. El jabón de tocador con principio activo de aceite esencial de hojas cumple con las especificaciones de control de calidad.

En las tablas XLVIII y XCII se representa el análisis de varianza para un factor de la alcalinidad libre de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos, que muestra si la diferencia entre las medias muestrales es significativa. Para un valor del coeficiente de Fisher calculado menor a su valor crítico, se determinó que la alcalinidad libre no se ve afectada por la procedencia del aceite esencial, con un 95 % de confianza.

Se realizó una comparación de las medias muestrales de alcalinidad libre de jabón de tocador que contienen aceite esencial de frutos de los que contienen aceite esencial de hojas, y se determinó que no existe diferencia significativa de la alcalinidad libre en función de la parte de la planta.

La materia insoluble en alcohol del jabón de tocador es otro parámetro que se evaluó y representa la cantidad de materia insaponificable en la reacción. Para el porcentaje de materia insoluble en alcohol también se planteó especificaciones de control de calidad que se muestran en la tabla XII, donde describe que el porcentaje máximo de materia insoluble en alcohol para jabón de tocador es de 2,0 %. En la tabla CVIX de la sección de resultados se presentan los valores de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos y de hojas. El valor máximo de materia insoluble en alcohol de jabón de tocador con aceite esencial de frutos corresponde a la región de San Luis del departamento de Petén, con un valor

de $(1,2933 \pm 0,6628)$. El valor máximo para jabón de tocador con aceite esencial de hojas corresponde a la región de Campur del departamento de Alta Verapaz, con un valor de $(0,5692 \pm 0,0562)$, aunque los jabones de tocador a partir de aceite esencial de frutos presentan un porcentaje mayor de materia insoluble en alcohol cumplen con las especificaciones de la tabla XII.

En las tablas XCVI y XCVIII se presentan los resultados del análisis de varianza de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos y de hojas, se determinó que no existe diferencia significativa de la materia insoluble en alcohol en función de las regiones de Alta Verapaz y Petén, por lo que se acepta la hipótesis nula. Según tabla C, si existe diferencia significativa de la materia insoluble en alcohol en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

El análisis microbiológico de crema relajante, loción astringente y jabón de tocador se presentan en las tablas CX, CXI, y CXII, respectivamente, de la sección de resultados. Las especificaciones establecidas por el RTCA para el control microbiológico se presentan en la tabla XIII. Se puede observar que los tres productos cosméticos cumplen con las especificaciones del RTCA, donde establece que el recuento de coliformes fecales debe ser ≤ 10 y ausencia de *Escherichia Coli*, por lo que los resultados de los cosméticos se consideran satisfactorios.

Se realizó un análisis sensorial a partir de pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor. Se seleccionó una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de posibles usuarios, con el fin de obtener información sobre las preferencias del consumidor y analizar la aceptabilidad de los productos cosméticos, evaluando las propiedades organolépticas, los resultados estadísticos del análisis se presentan en el apéndice 10.

La crema relajante que obtuvo mayor aceptación en el olor, pertenece a la muestra F14 y corresponde al aceite esencial de frutos de la región de Campur del departamento de Alta Verapaz. Al 43 % de las personas que evaluaron la muestra les gustó mucho. La crema con olor poco agradable corresponde a la muestra H33 con aceite esencial de hojas proveniente de la región de Cahabón del departamento de Alta Verapaz. Al 29 % de la población les disgustó extremadamente el olor.

Al evaluar el color de la crema a la mayoría de las personas no les gustó y tampoco les disgustó. El aspecto de la crema relajante con mejores resultados corresponde a la muestra F36 de aceite esencial de frutos proveniente de la región de Melchor de Mencos del departamento de Petén, al 43 % les gustó extremadamente.

El olor con mejor aceptabilidad de loción astringente corresponde a la muestra H21 con aceite esencial de hojas proveniente de la región de Campur del departamento de Alta Verapaz, donde al 43 % les gustó levemente. El olor que menor aceptabilidad obtuvo fue la muestra de loción astringente F21 de aceite esencial de frutos proveniente de la región de Campur del departamento de Alta Verapaz, al 43 % de las personas les disgustó mucho.

El color de la loción astringente que mayor aceptabilidad obtuvo es la muestra F33 de aceite esencial de frutos proveniente de la región de San Pedro Carchá del departamento de Petén. Al 57 % de las personas les gustó levemente. Y el aspecto de loción astringente que obtuvo mejores resultados corresponde a la muestra H32 de aceite esencial de hojas proveniente de la región de Cahabón del departamento de Alta Verapaz. Al 57% les gustó levemente.

El jabón de tocador con mejores resultados de aceptabilidad con respecto al olor corresponde a la muestra F31 con aceite esencial de frutos proveniente de la región de Campur del departamento de Alta Verapaz, al 40 % de las personas les gustó levemente. Y el olor poco agradable corresponde a la muestra H34 de aceite esencial de hojas proveniente de la región de San Luis del departamento de Petén, los resultados muestran que al 40 % de las personas les disgustó levemente.

La mayoría de las muestras de jabón de tocador obtuvieron el mismo resultado con respecto al color. A las personas que evaluaron la muestra no les gustó y tampoco les disgustó. El jabón de tocador con mejor aspecto corresponde a la muestra F35 de aceite esencial de frutos proveniente de la región de Dolores del departamento de Petén. Al 60 % les gustó mucho.

CONCLUSIONES

1. Existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno de crema relajante a partir de frutos en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén. No existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno en función de la parte de la planta (fruto y hoja).
2. El potencial de hidrógeno de loción astringente a partir de aceite esencial de hojas y frutos se ve afectado significativamente en función de la procedencia del aceite esencial. No existe diferencia significativa en función de la parte de la planta (fruto y hoja).
3. El potencial de hidrógeno de jabón de tocador no se ve afectado significativamente en función de la procedencia del aceite esencial de las regiones de estudio. No existe diferencia significativa del potencial de hidrógeno entre la parte de la planta (fruto y hoja).
4. La densidad de crema relajante de aceite esencial de frutos y hojas se ve afectada significativamente en función de la procedencia de las regiones de estudio. En función de la parte de la planta (fruto y hoja) no se ve afectada significativamente.
5. Existe diferencia significativa de la densidad de loción astringente de aceite esencial de hojas y frutos en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén. La densidad no se ve afectada significativamente en función de la parte de la planta (fruto y hoja).

6. La viscosidad de crema relajante de aceite esencial de frutos y hojas se ve afectada significativamente en función de la procedencia de las regiones de estudio. En función de la parte de la planta (fruto y hoja) no existe diferencia significativa.
7. Existe diferencia significativa en la viscosidad de loción astringente de aceite esencial de hojas y frutos en función de la procedencia de las regiones de estudio. En función de la parte de la planta (fruto y hoja) no existe diferencia significativa.
8. La alcalinidad libre de jabones de tocador a partir de aceite esencial de hojas y frutos no se ve afectada significativamente en función de la procedencia de las regiones de Alta Verapaz y Petén.
9. La alcalinidad libre de jabones de tocador no se ve afectada significativamente si el aceite esencial procede de frutos o de hojas.
10. La materia insoluble en alcohol de jabón de tocador a partir de aceite esencial de frutos y hojas, no se ve afectada significativamente en función de la procedencia de las regiones de estudio, pero sí se ve afectada en función de la parte de la planta (fruto y hoja).
11. El análisis microbiológico de crema relajante, loción astringente y jabón de tocador cumple con las especificaciones establecidas por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) 71.03.45:07 "Productos cosméticos, verificación de la calidad".

RECOMENDACIONES

1. Realizar un gel antibacterial con aceite esencial de pimienta, debido a que su principio activo es el eugenol tiene propiedades bactericidas, antifúngicas y antisépticas.
2. Realizar pruebas de estabilidad a los productos cosméticos de aceite esencial de pimienta.
3. Formular un jabón medicinal a partir de aceite esencial de pimienta ya que posee propiedades antisépticas.
4. En productos cosméticos agregar a un porcentaje $\leq 5\%$ de aceite esencial de pimienta, porque a altas concentraciones es irritante.
5. Realizar pruebas microbiológicas y de control de calidad a las materias primas para evitar contaminación en el producto terminado.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Asociación Internacional de Fragancias, Eugenol.* [en línea] <<http://www.ifraorg.org/en-us/standars-library/s/eugenol>>. [Consulta: 20 octubre de 2018].
2. CASTILLO, Jasmill. *Manual para productores, Cultivo de pimienta gorda (Pimenta dioica) en Nicaragua.* [en línea]. <<https://vdocuments.site/manual-tecnico-para-productores-cultivo-de-la-pimienta-gorda-2012.html>>. [Consulta: 09 de noviembre de 2018].
3. CHINCHILLA G, Juan José. *Inventario y propuesta de manejo de las poblaciones de pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) merrill) y chicozapote (Manilkara achras (mill) fosberg) en la zona de uso especial del parque nacional yaxhá, en la reserva de la biosfera maya.* Trabajo de graduación de Ing. Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 2004. 42 p.
4. FLORES M, Leticia. *Evaluación de calidad bioquímica de la pimienta gorda (Pimenta dioica (L.) Merrill) deshidratada con ciclos de atemperado.* Trabajo de graduación de Maestría en Ciencias en Alimentos, en Instituto Politécnico Nacional de México, Escuela Nacional de Ciencias Biologicas, 2009. 36 p.

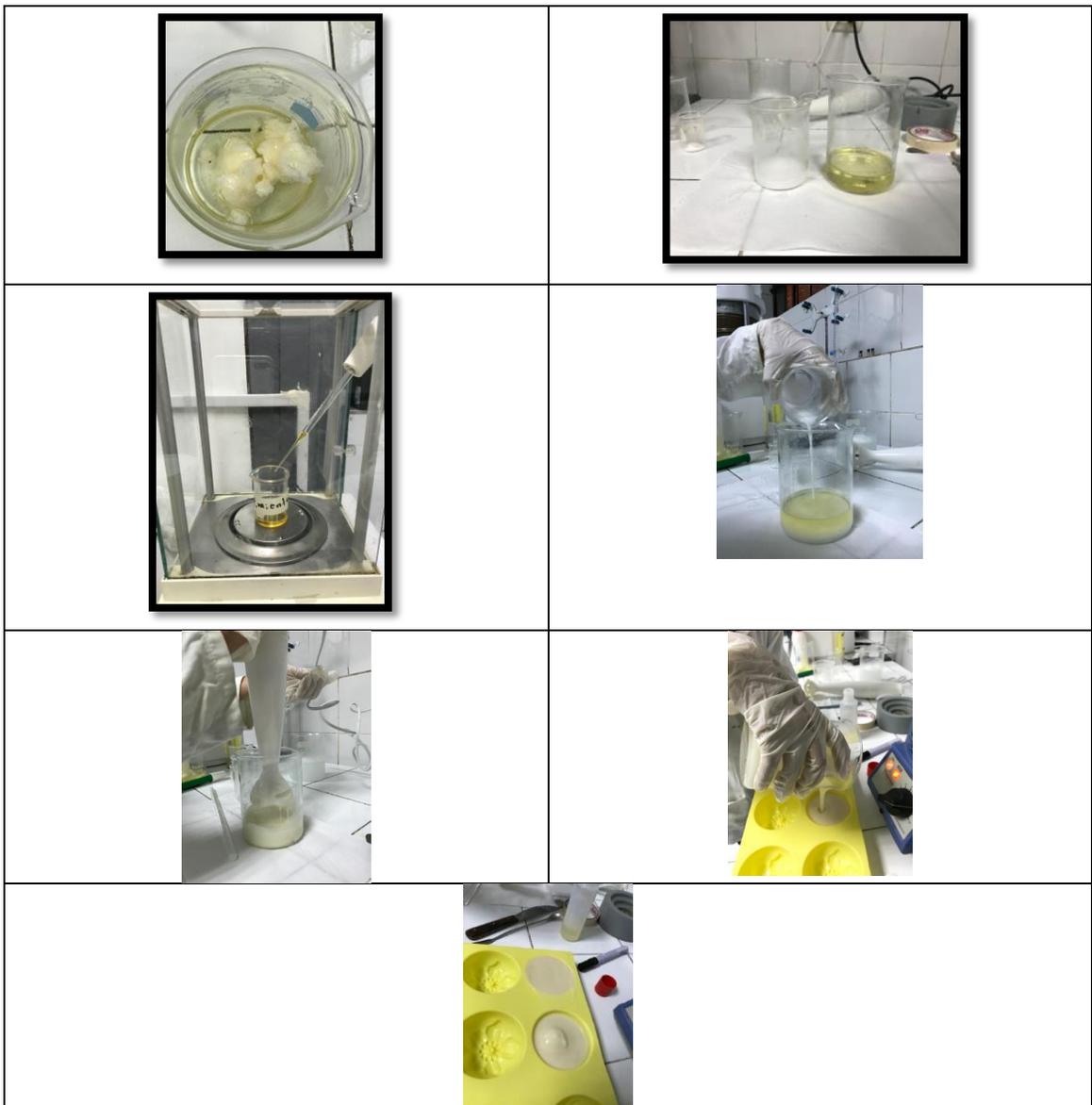
5. *Formas cosméticas. Introducción a la cosmetología.* [en línea]. <http://roble.pntic.mec.es/prug0007/formas_cosmeticas.htm> [Consulta: 16 de enero de 2019].
6. GASPAR G, Armando. *Determinación de las especificaciones químicas de la pimienta dioica (pimienta gorda) de 15 comunidades de la sierra totonaca bajo la norma NMX-FF-063-1987.* Trabajo de graduación de Universidad Veracruzana de México, 2011. 45 p.
7. MILLER, James N; MILLER, Jane C. *Estadística y Quimiometría para Química Análítica.* España: Pearson Prentice Hall, 2000. 58 p.
8. Norma Oficial Mexicana NOM-K-521-S-1981 Jabones, Determinación de ácido libre y álcali libre. [en línea] <http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4620688&fecha=25/02/1981> [Consulta: 12 de agosto de 2018].
9. *Pimienta gorda.* [En línea] <<http://www.exagroli.com/pimienta.html>> [Consulta: 20 de noviembre de 2018].
10. REGLA, Ignacio; VÁZQUEZ V, Edna; CUERVO A, Diego; CRISTOBAL, Adrian. *La química del jabón y algunas aplicaciones.* [en línea]. <<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/>> [Consulta: 16 de enero de 2019].
11. *Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 71.03.45:07, Productos cosméticos. Verificación de la calidad.* [en línea] <<https://defensoria.gob.sv/images/stories/varios/RTCA/>> [Consulta: 20 octubre de 2018].

12. *Uso industrial de plantas aromáticas y medicinales.* [en línea]. <<http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema7.pdf>> [Consulta: 12 de noviembre de 2018].

13. VIVANCOS GOMEZ, Verónica. *Formas cosméticas, principios activos.* [en línea]. <<https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/formas-cosmeticas/>> [Consulta: 20 de noviembre de 2018].

APÉNDICES

Apéndice 1. Proceso de elaboración de jabón de tocador



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Análisis de alcalinidad libre en jabones de tocador**



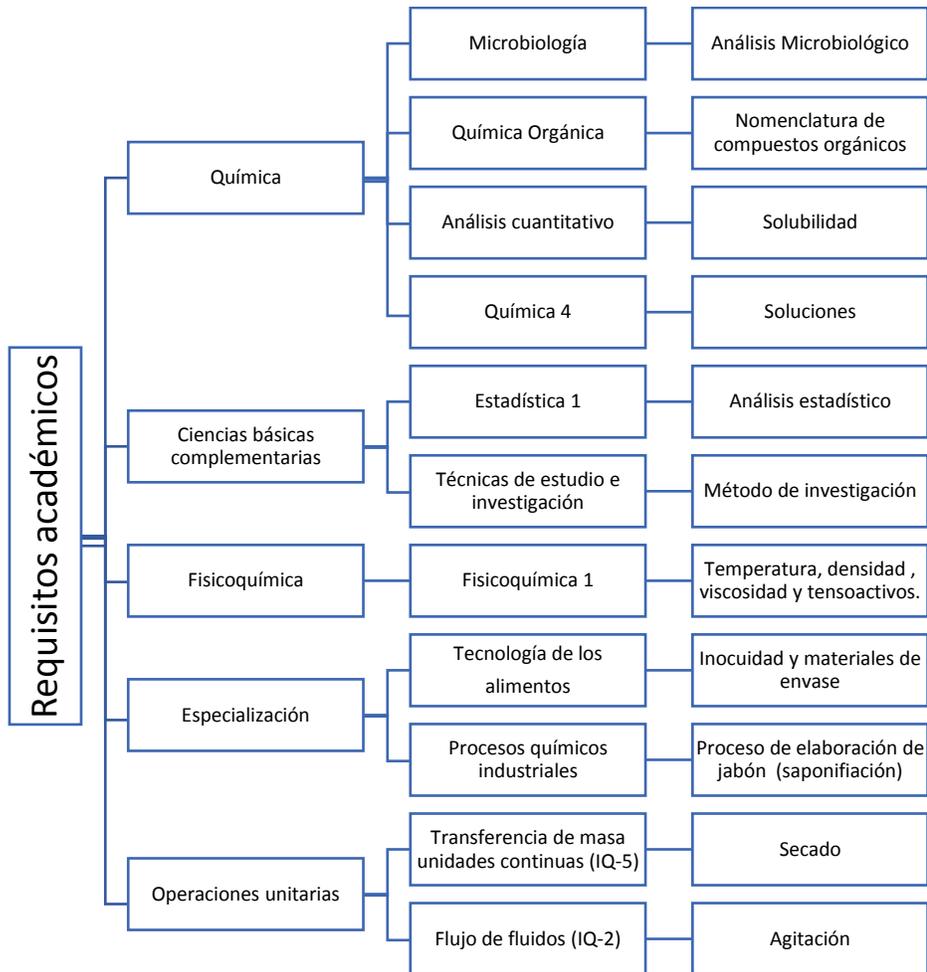
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Análisis sensorial de productos cosméticos



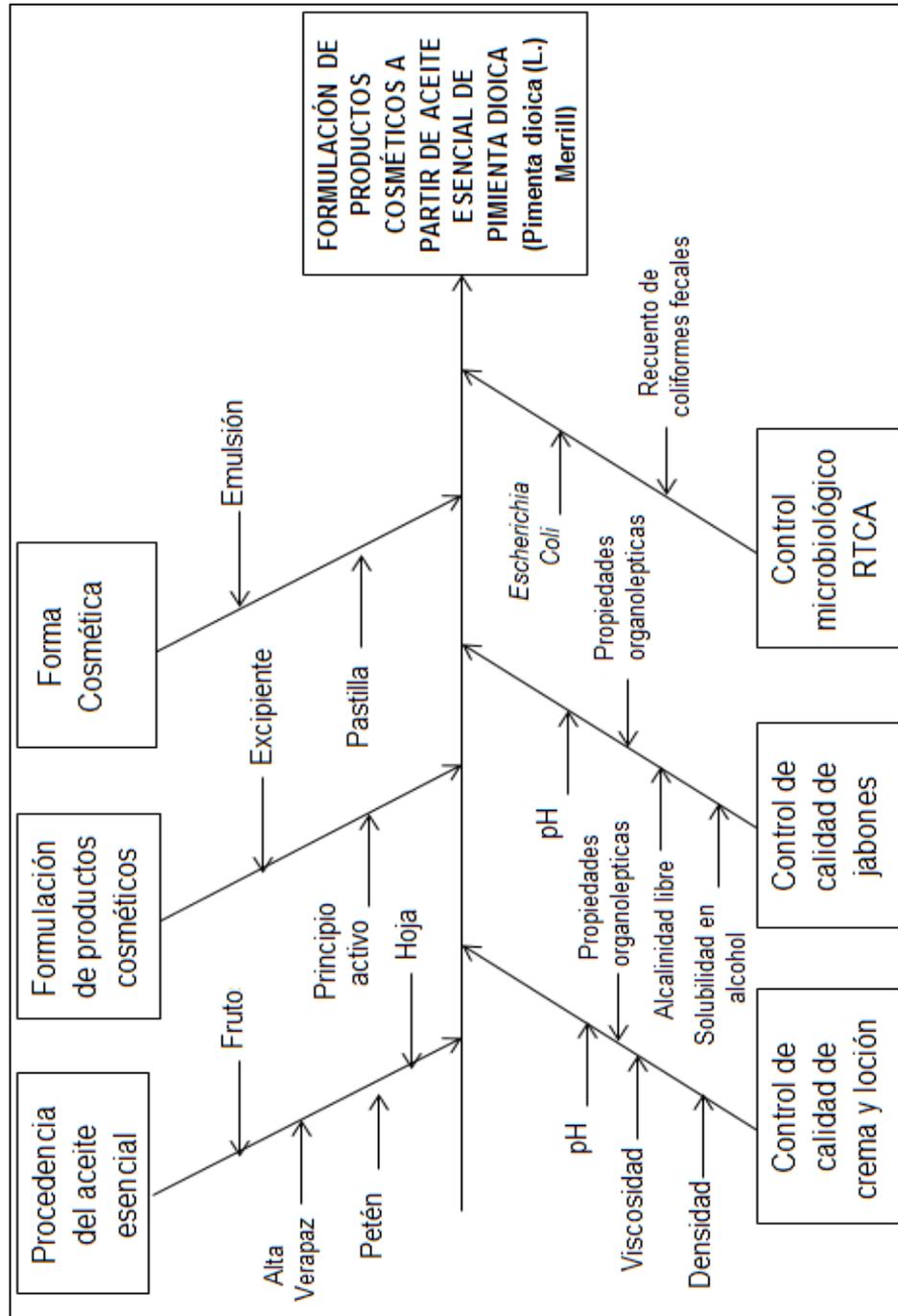
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Prueba hedónica




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
 SECCIÓN DE QUÍMICA INDUSTRIAL
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES -LIXVE-

Nombre: _____

Fecha: _____

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan doce muestras de lociones astringentes. Por favor, observe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/ categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

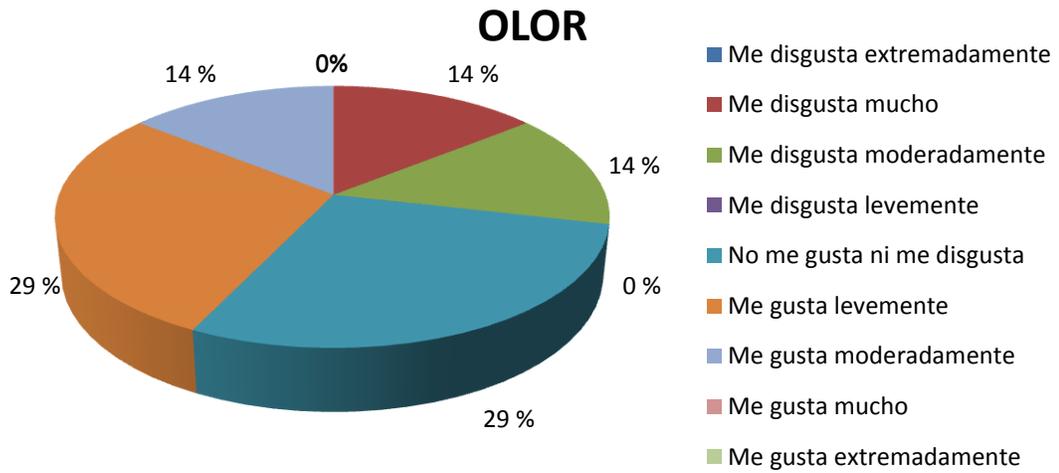
Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Clasificación para cada punto			
	OLOR	COLOR	ASPECTO	SENSACIÓN AL TACTO
F21				
H21				
F12				
H32				
F33				
H23				
F34				
H24				
F15				
H25				
F36				
H16				

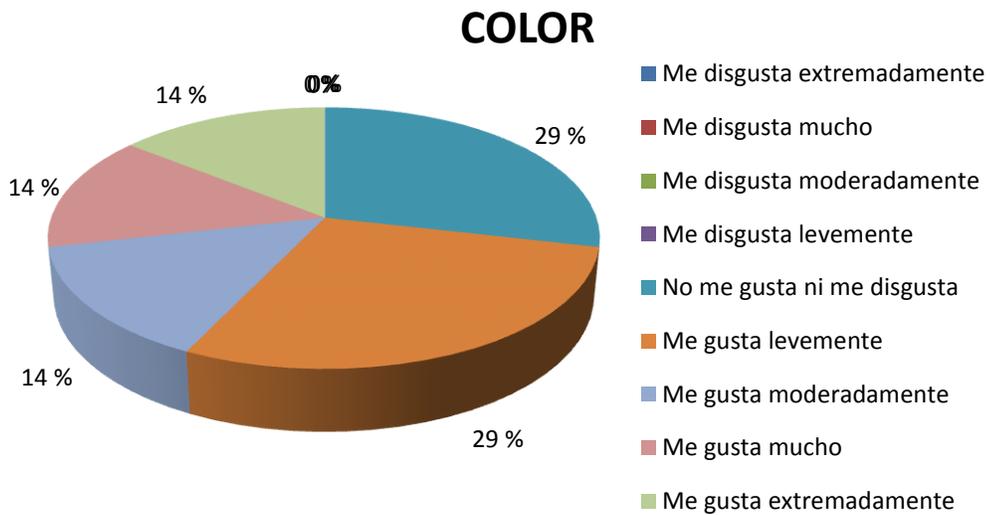
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Resultados estadísticos del análisis sensorial**

- Muestra F11 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Campur, Alta Verapaz

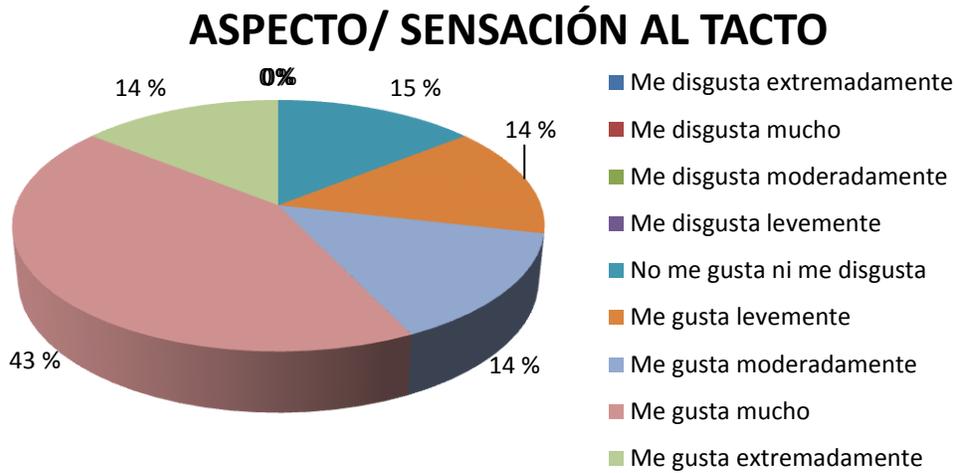


Fuente: elaboración propia.



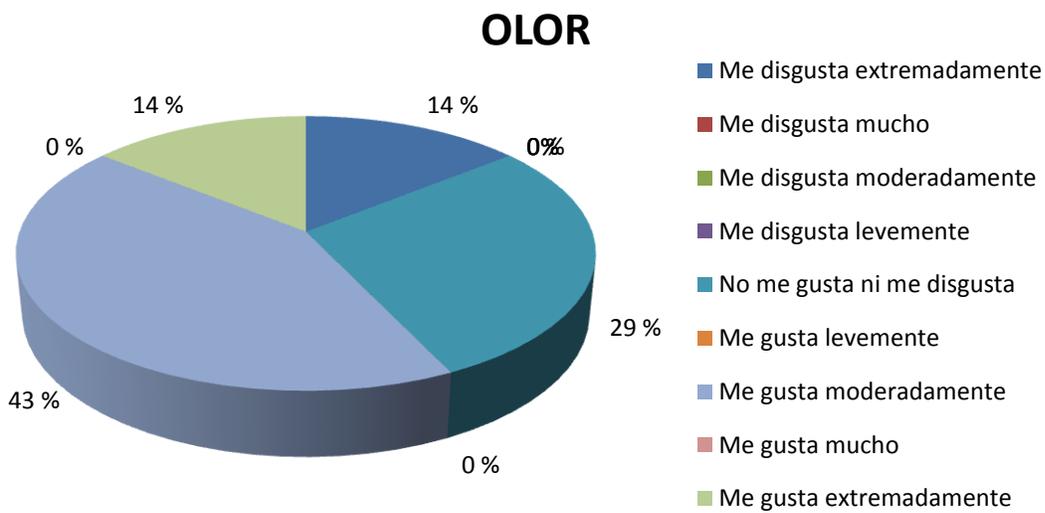
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



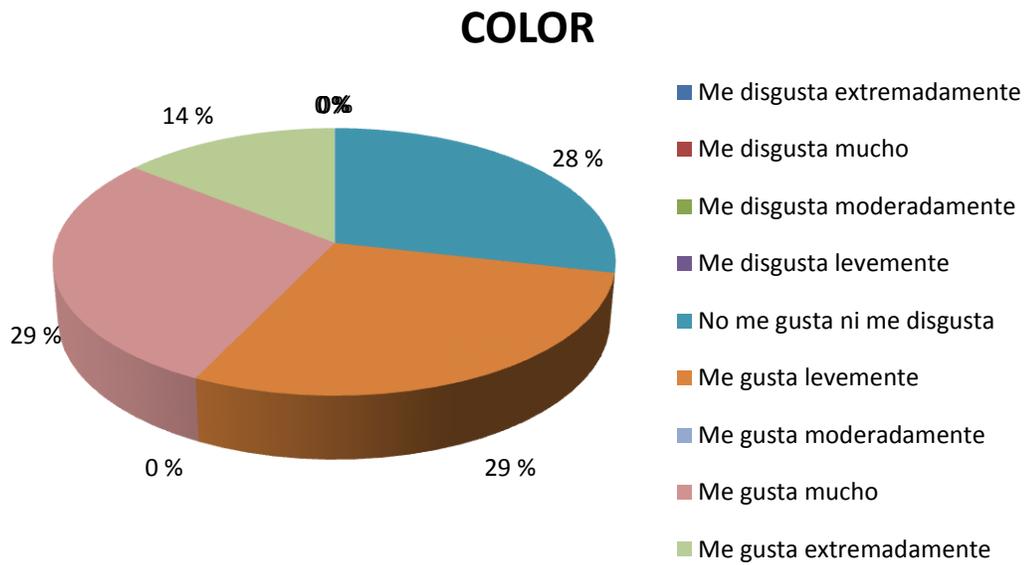
Fuente: elaboración propia.

- Muestra H31 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Campur, Alta Verapaz.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



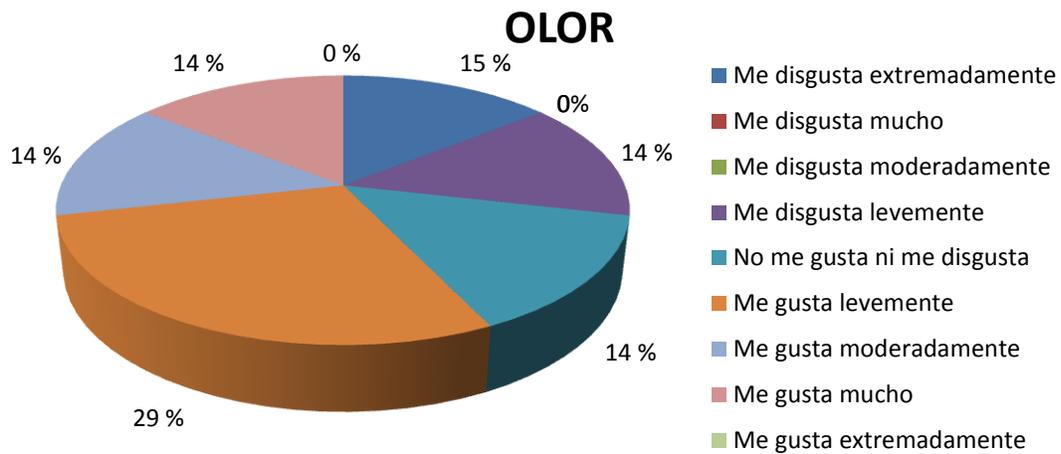
Fuente: elaboración propia.



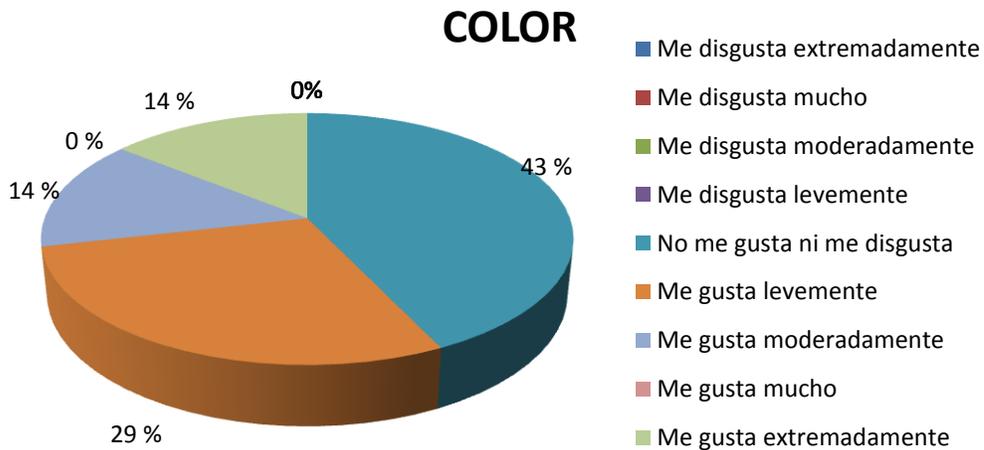
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra F22 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.



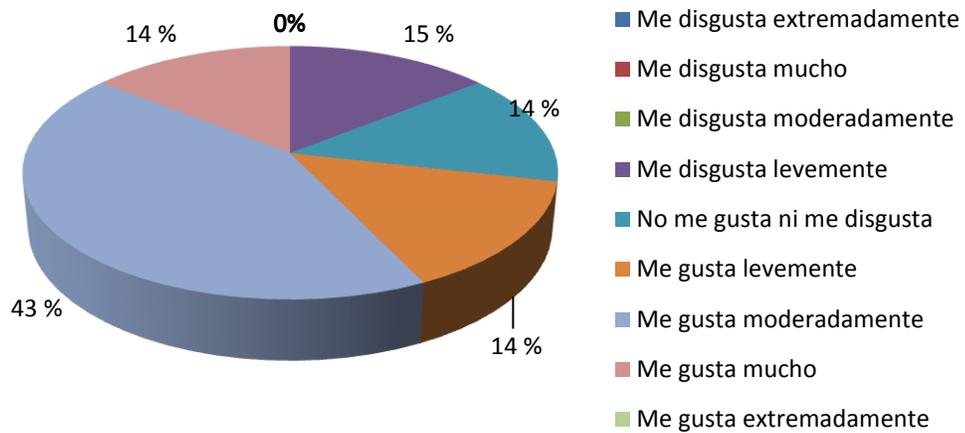
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

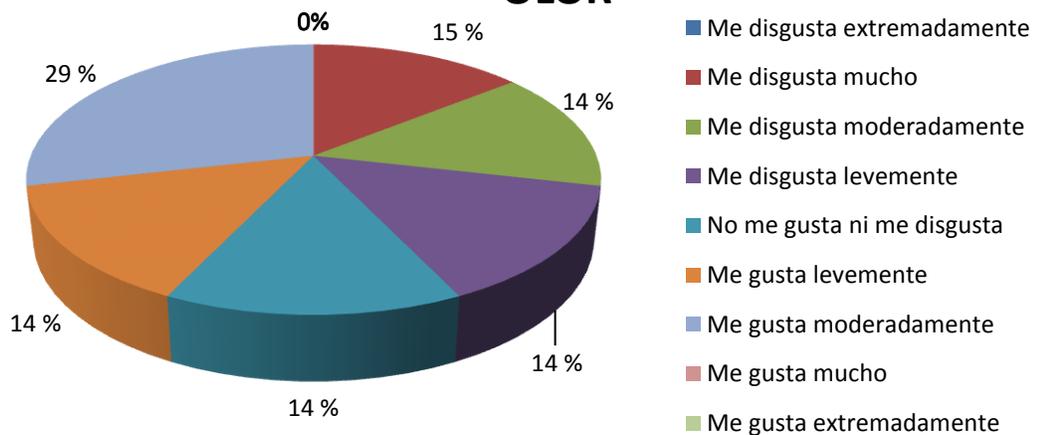
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

- Muestra H22 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.

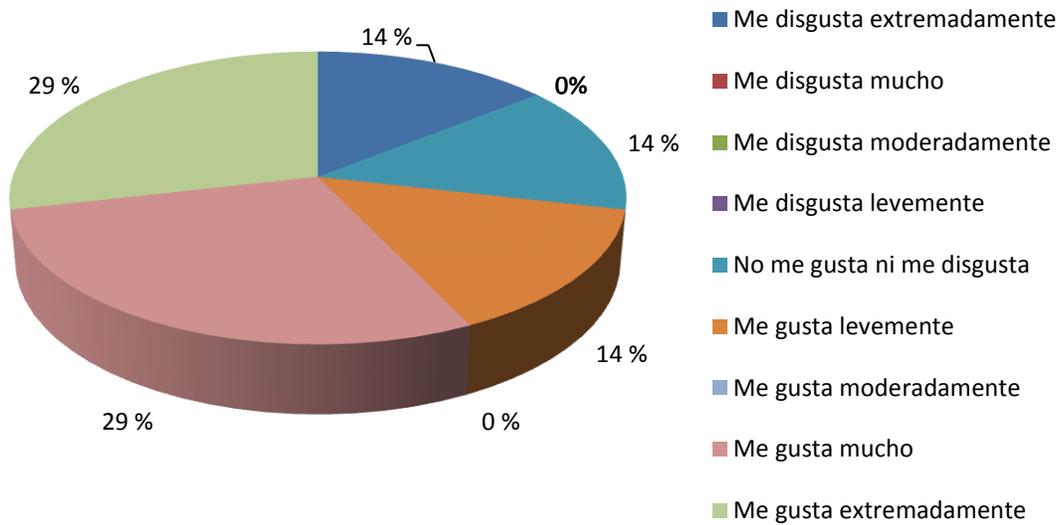
OLOR



Fuente: elaboración propia.

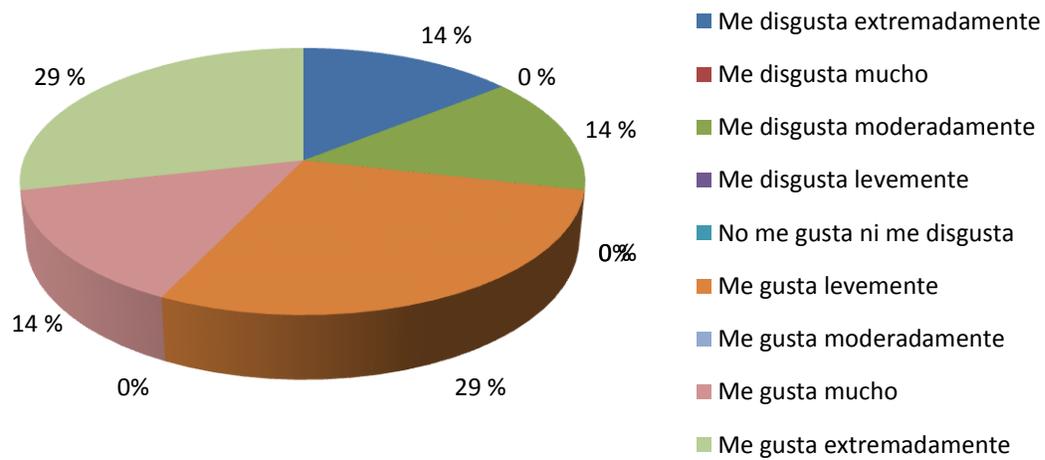
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

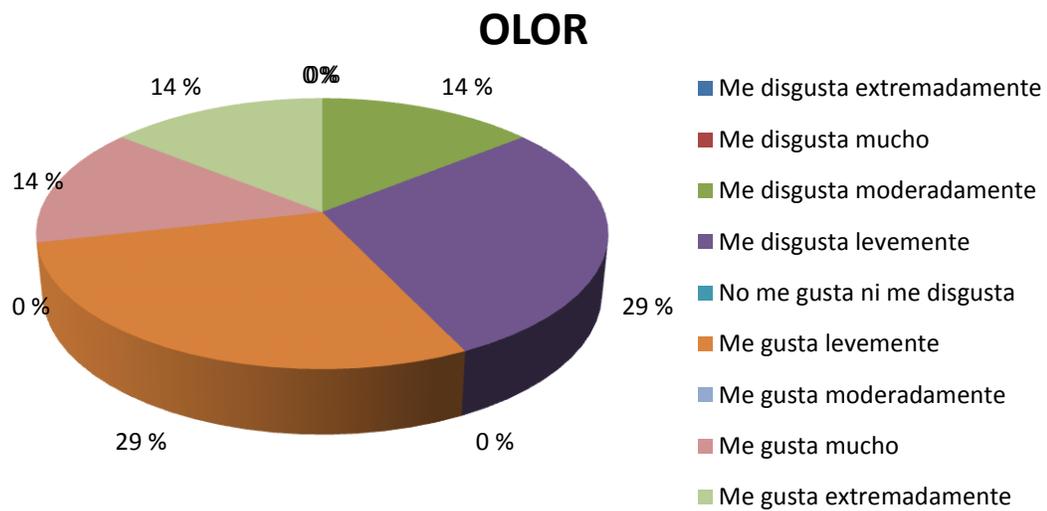
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



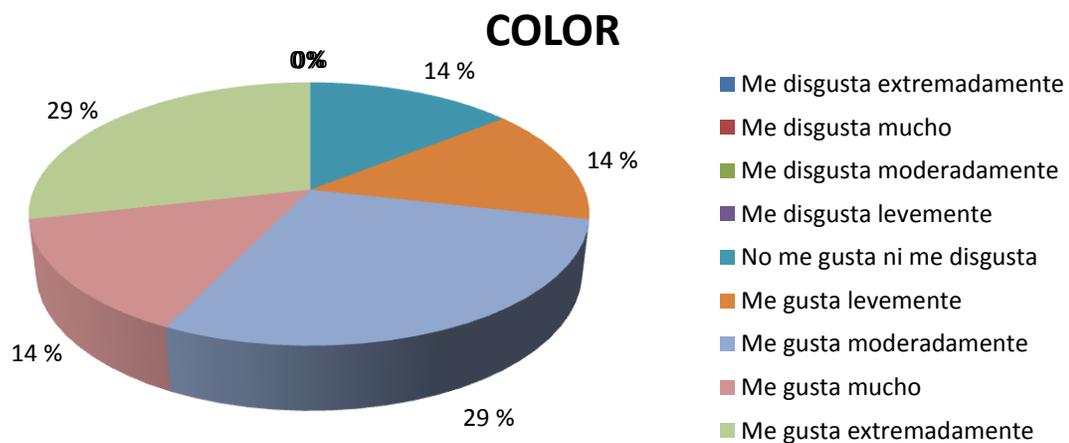
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra F23 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

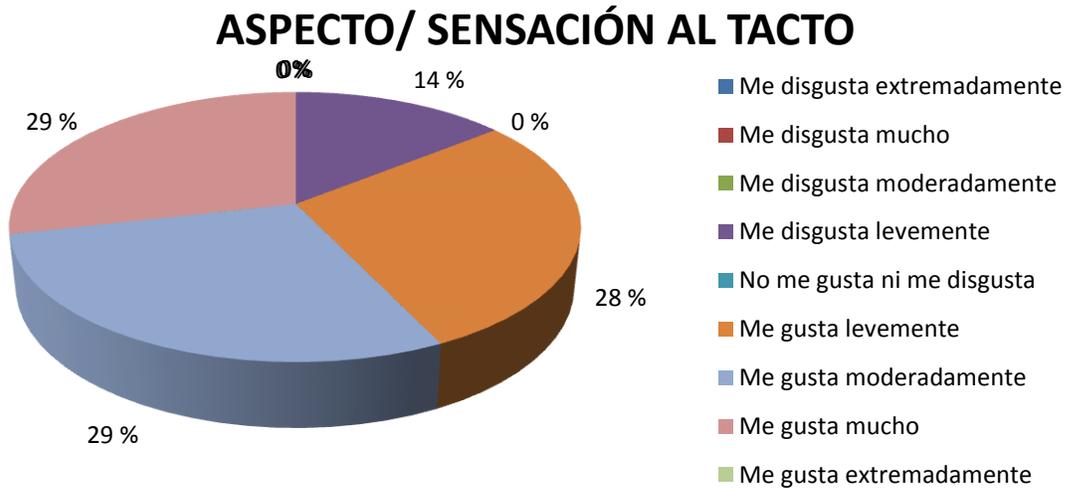


Fuente: elaboración propia.



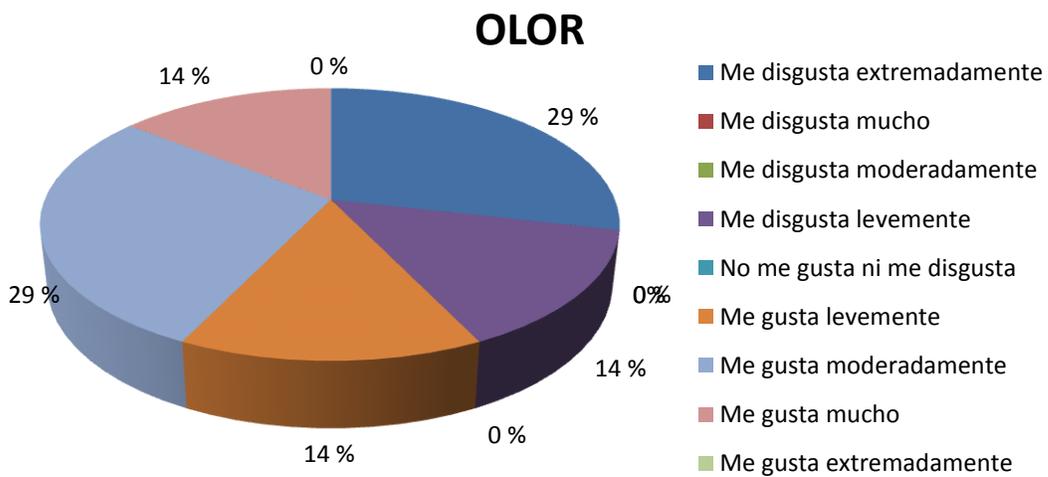
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



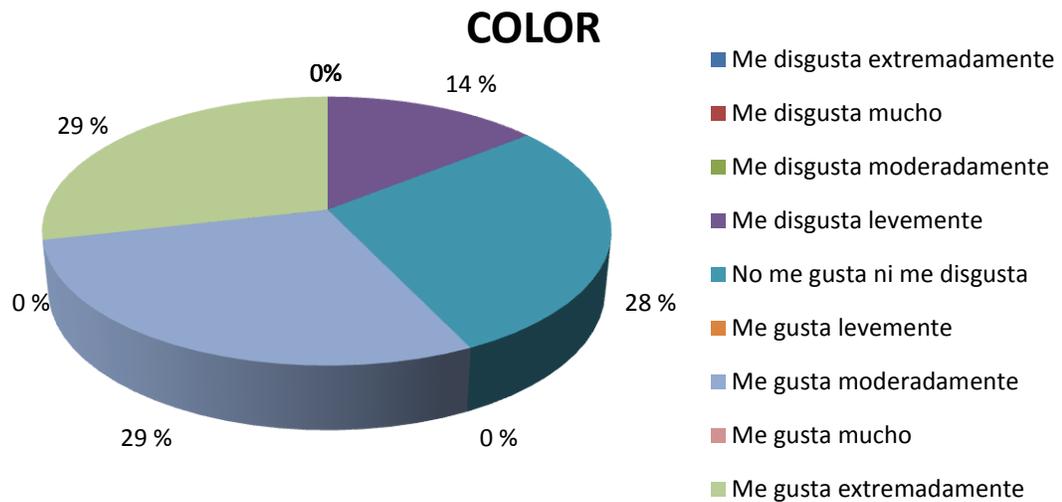
Fuente: elaboración propia.

- Muestra H33 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.



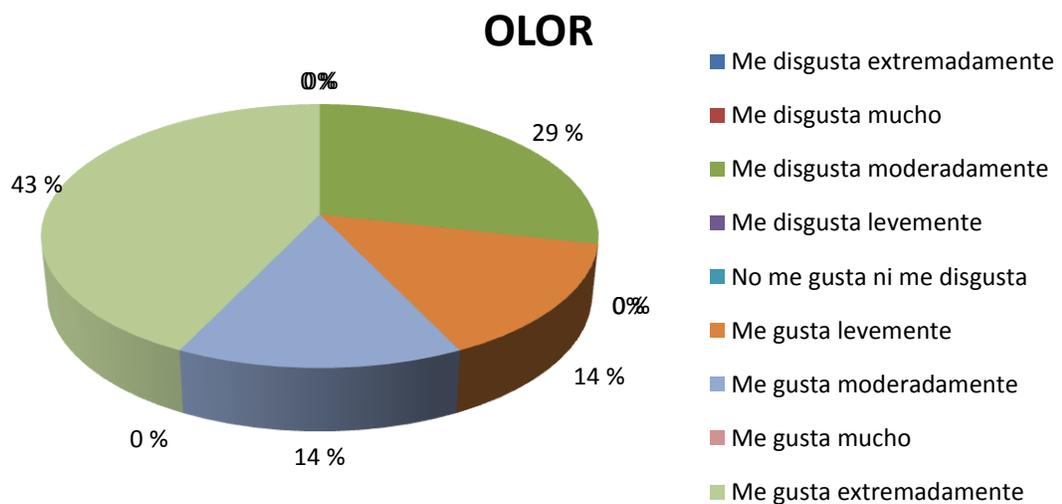
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



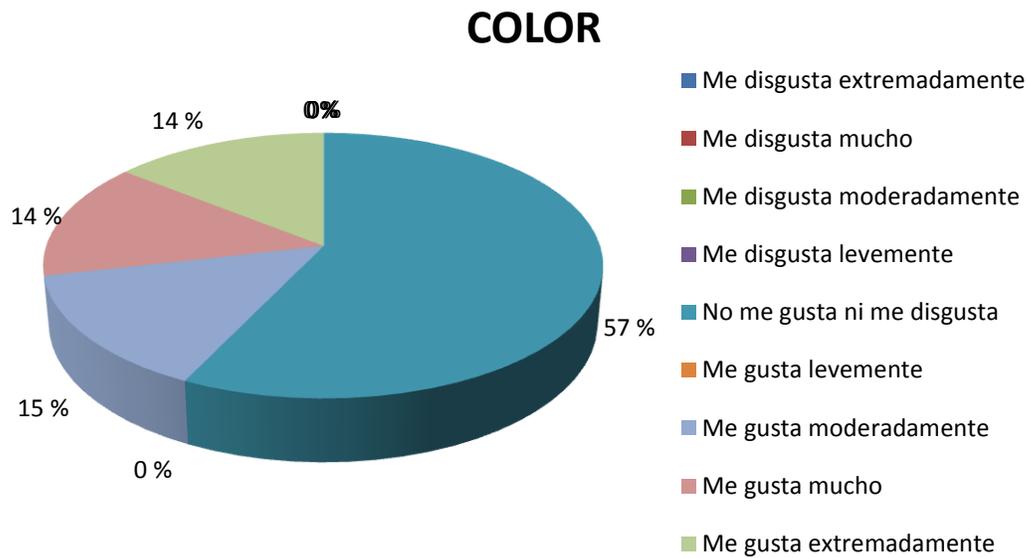
Fuente: elaboración propia.

- Muestra F14 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Luis, Petén.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



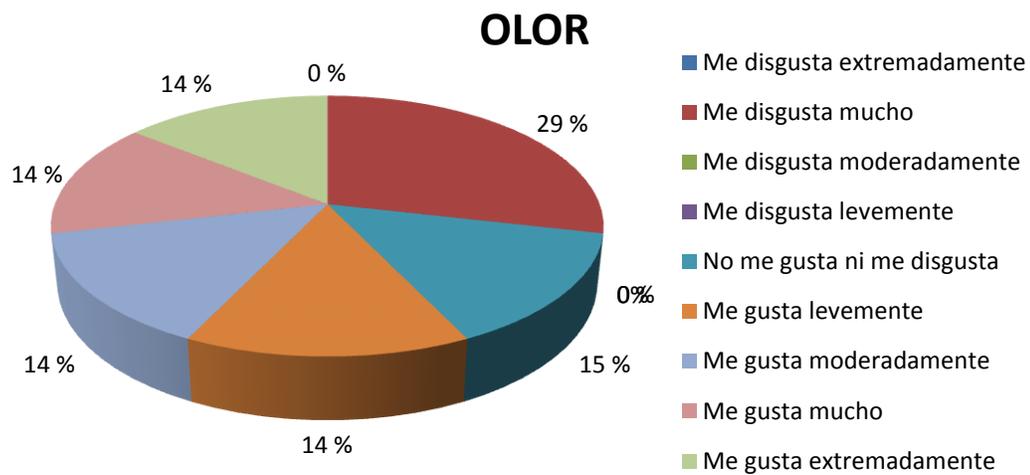
Fuente: elaboración propia.



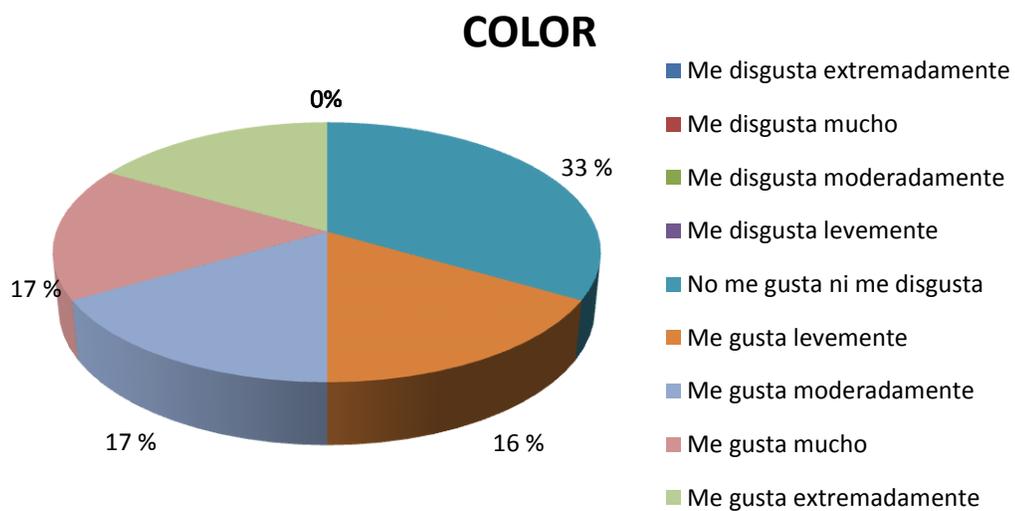
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H24 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Luis, Petén.



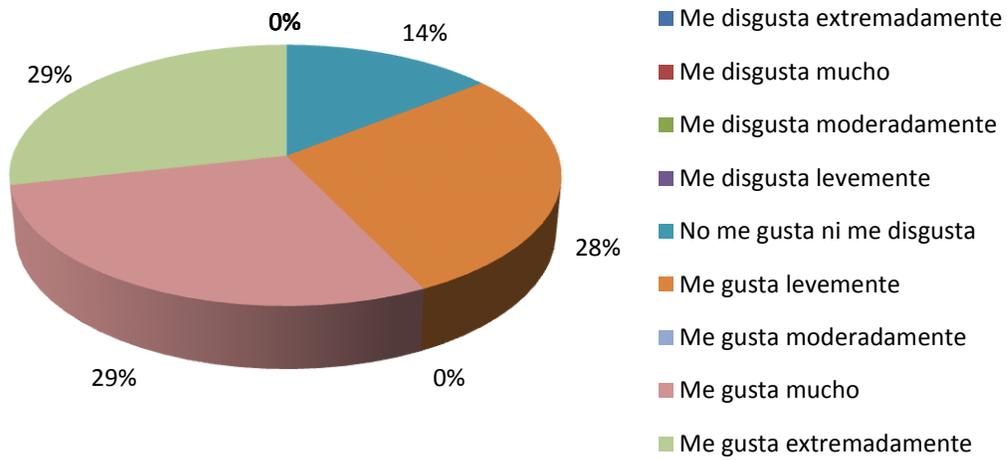
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

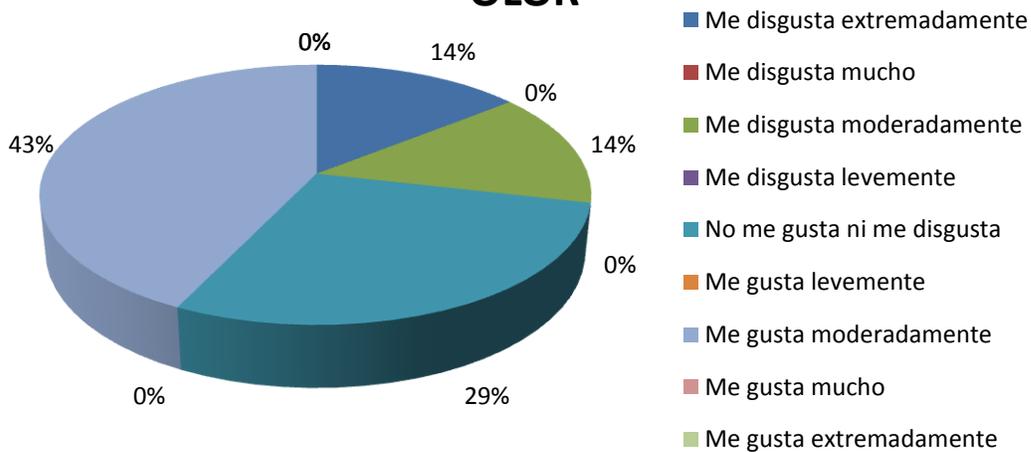
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

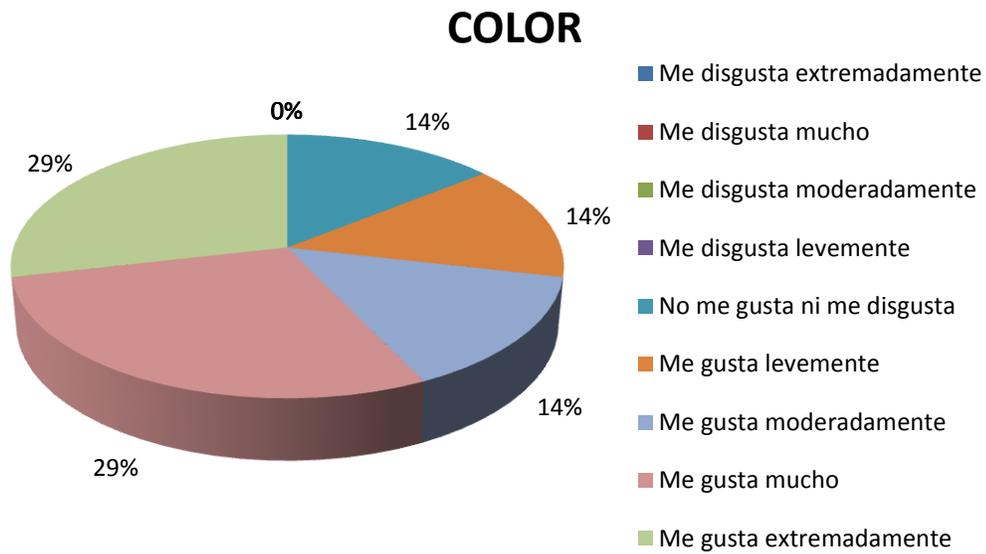
- Muestra F25 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Dolores, Petén.

OLOR



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



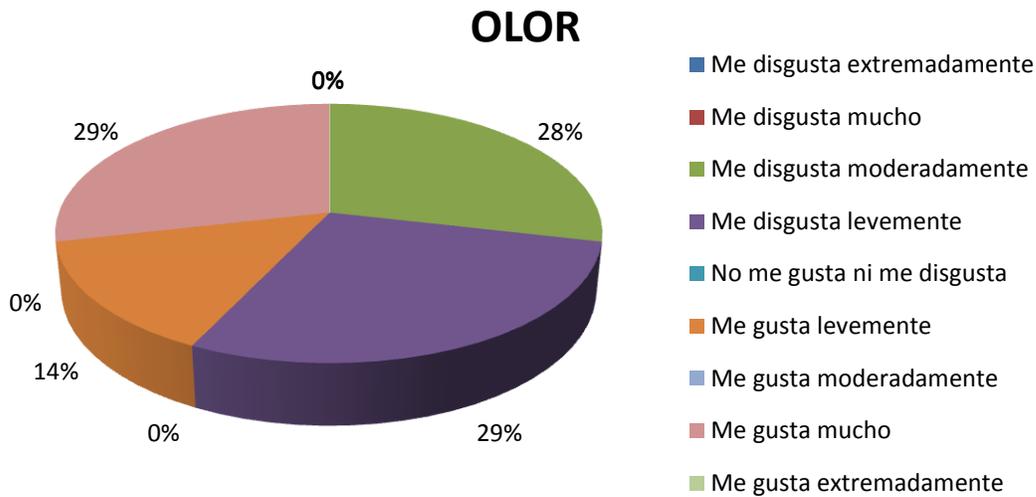
Fuente: elaboración propia.



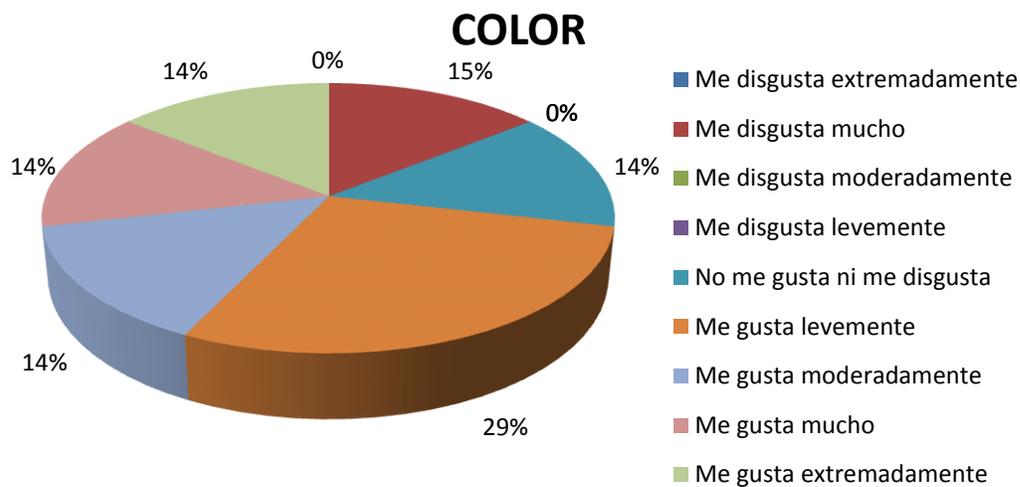
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H15 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Dolores, Petén.



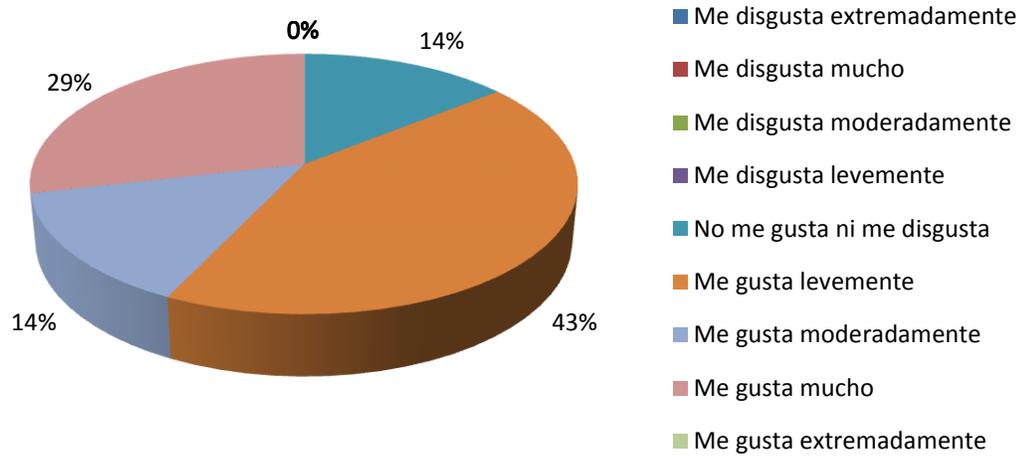
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

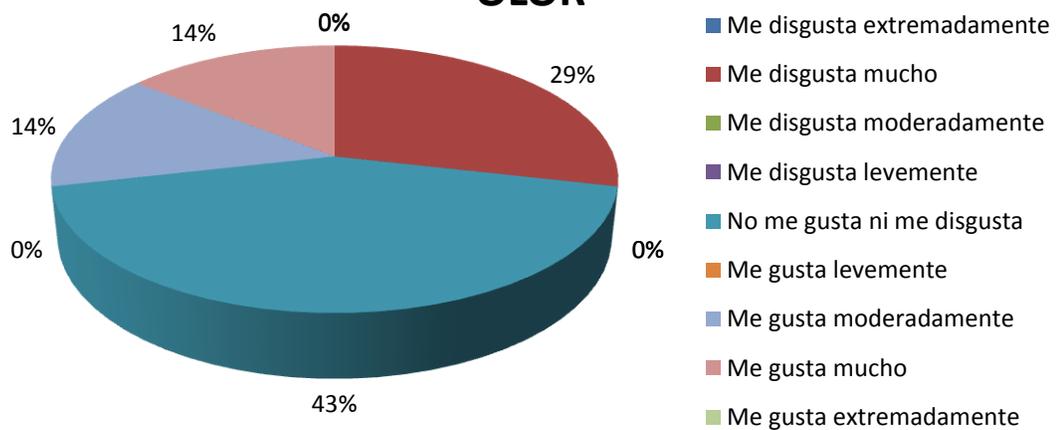
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

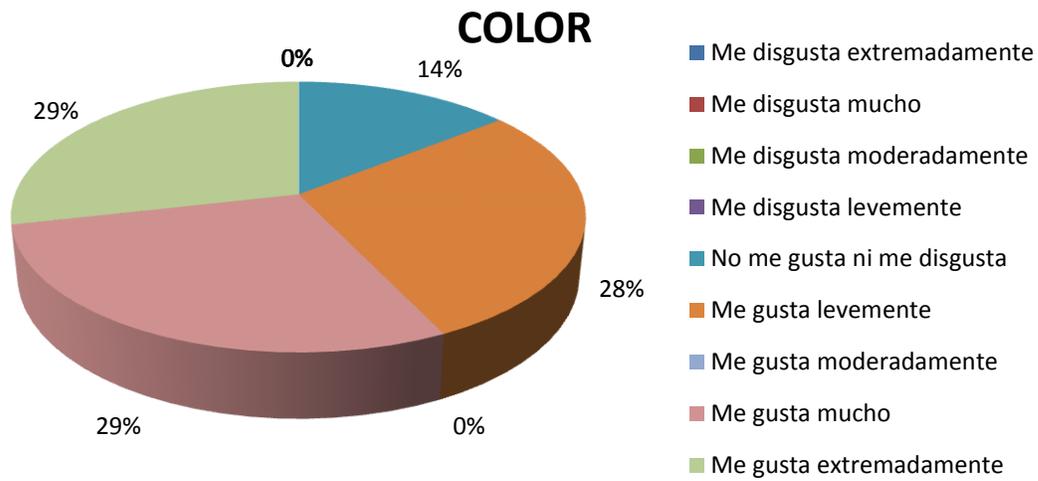
- Muestra F36 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Melchor, Petén.

OLOR

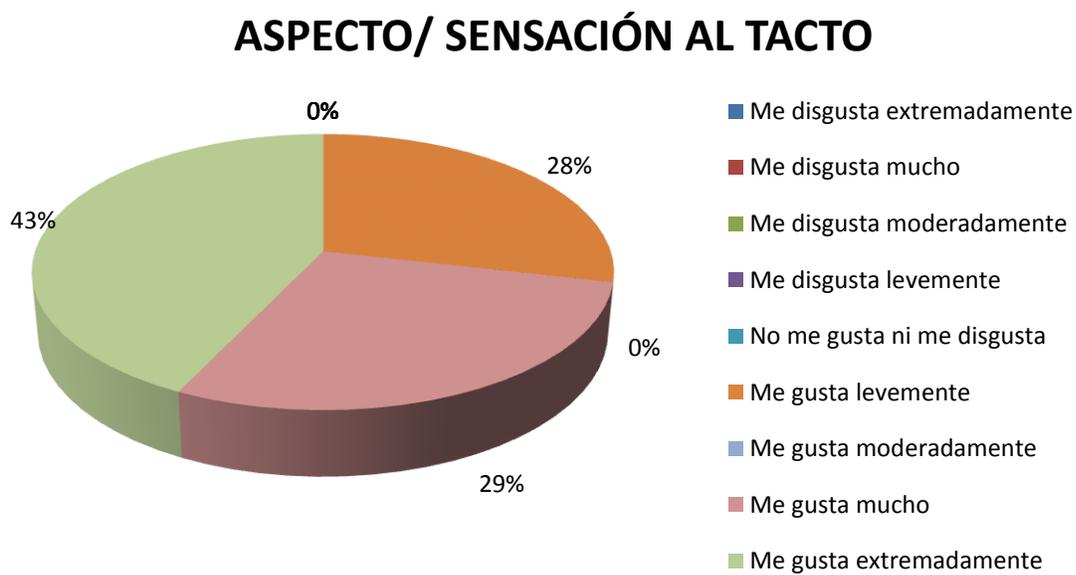


Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



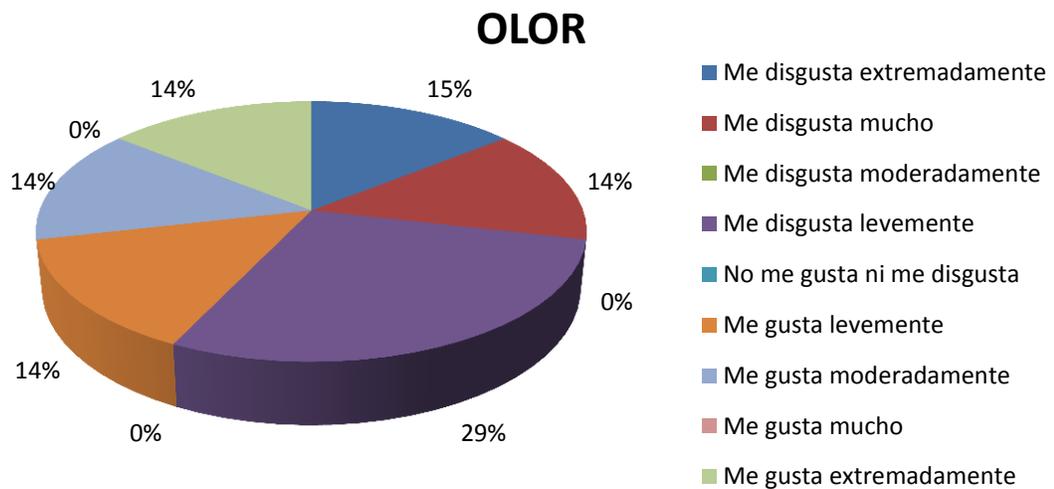
Fuente: elaboración propia.



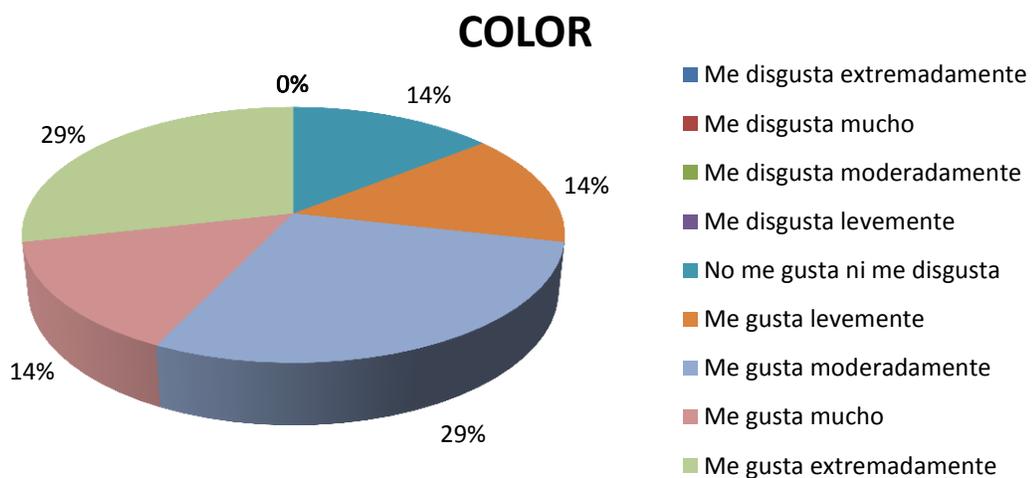
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H26 de crema relajante: prueba hedónica de crema a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Melchor, Petén.



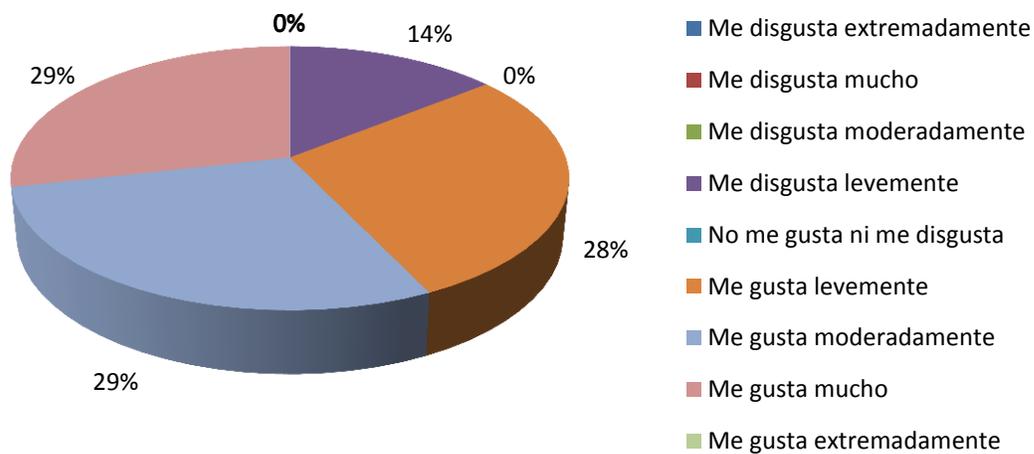
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

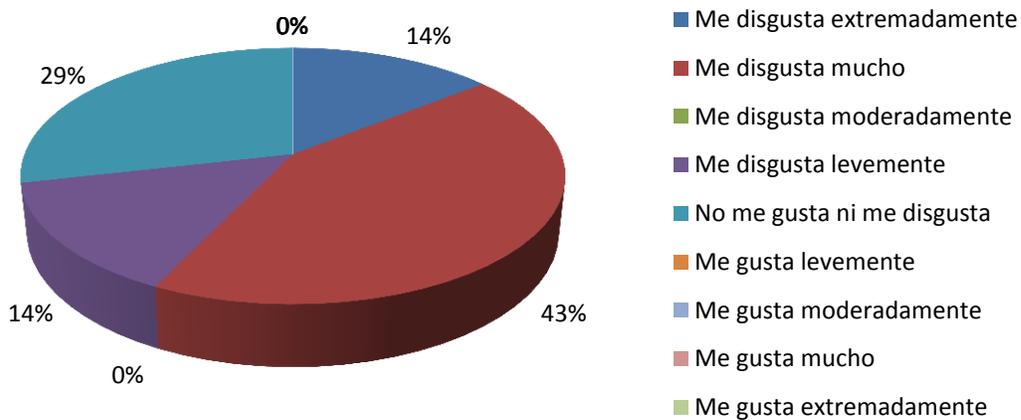
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

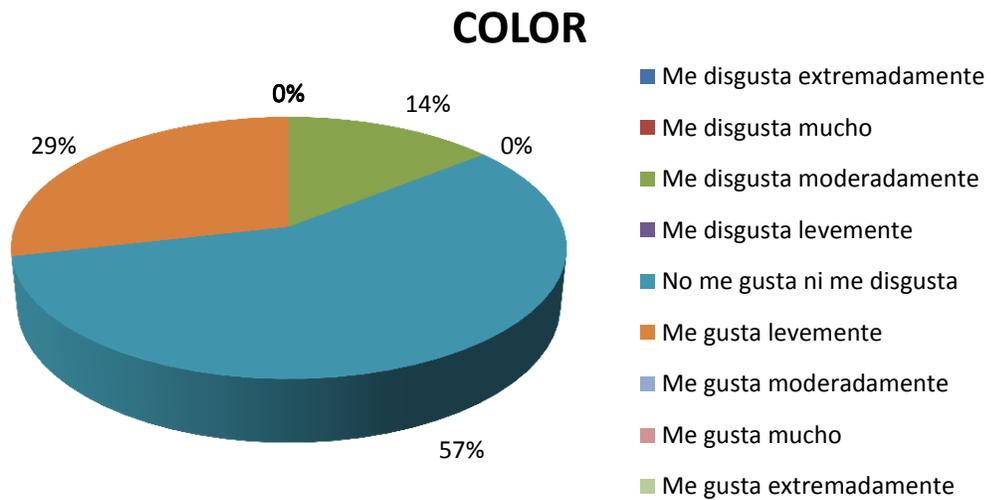
- Muestra F21 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Campur, Alta Verapaz.

OLOR



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



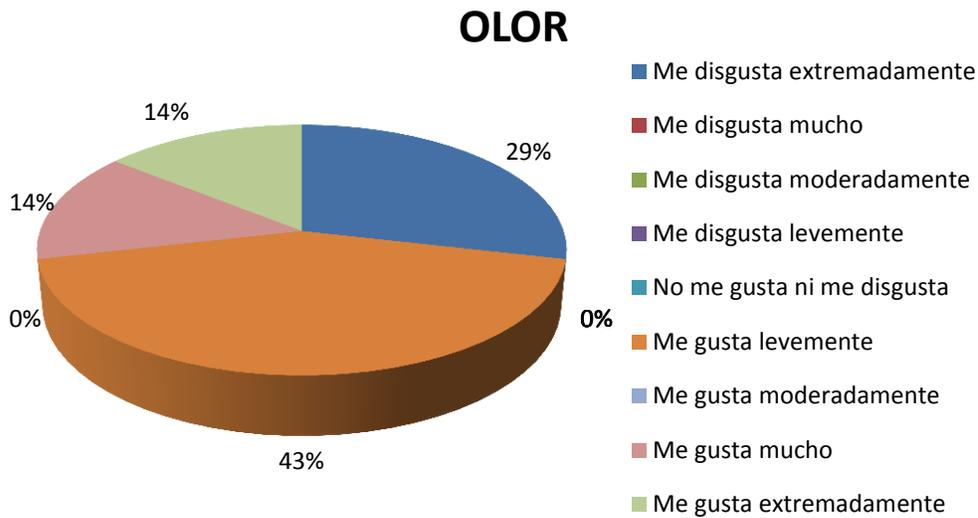
Fuente: elaboración propia.



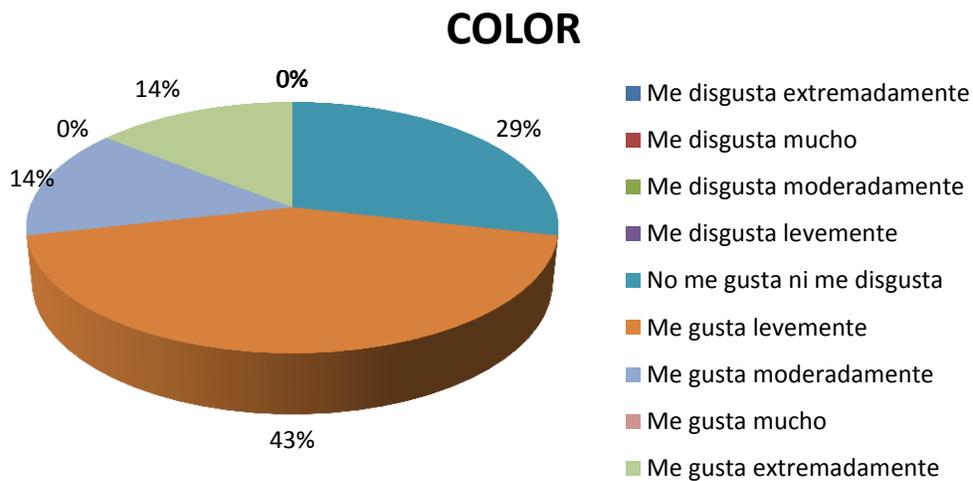
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H21 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Campur, Alta Verapaz.



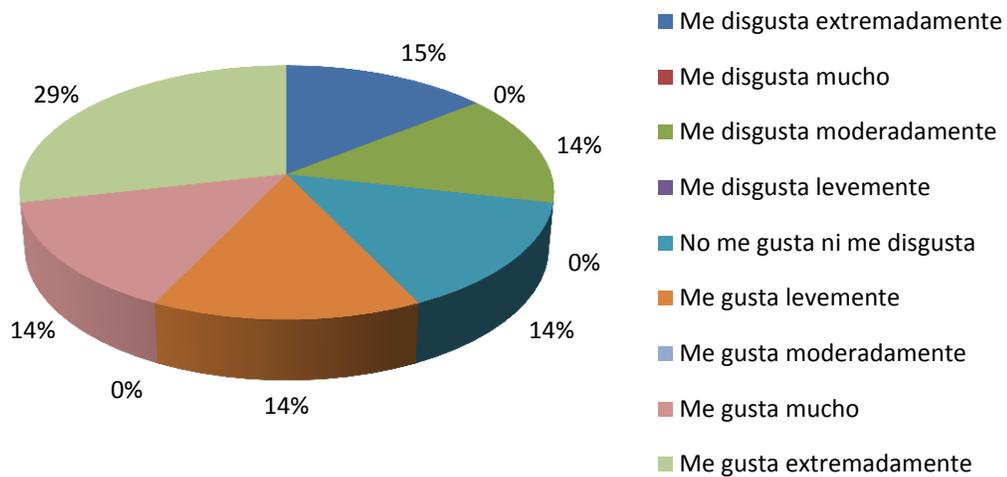
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

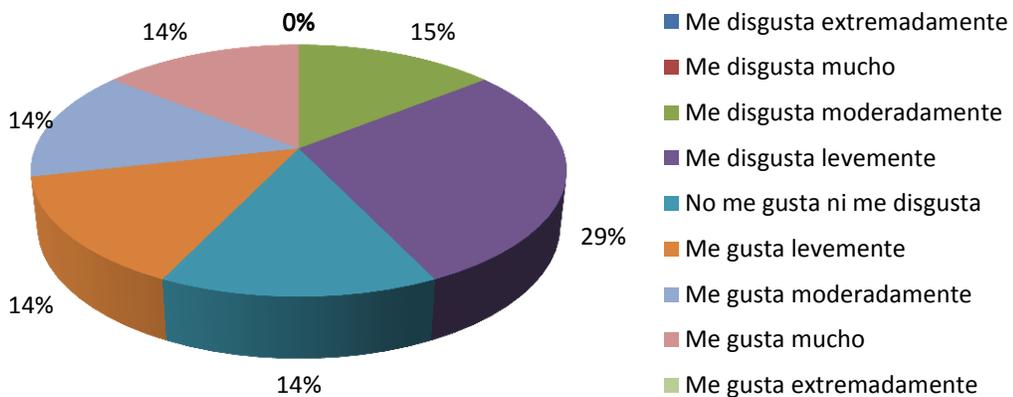
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

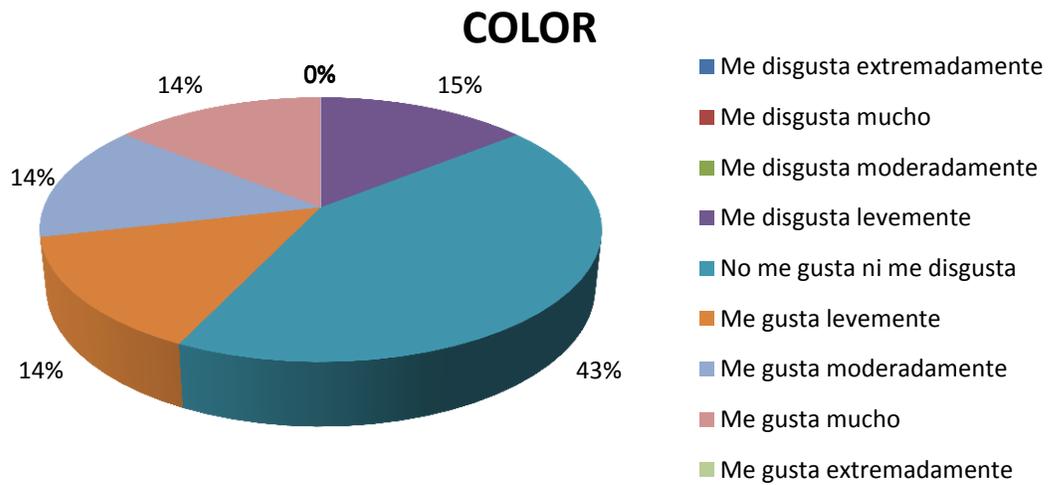
- Muestra F12 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.

OLOR

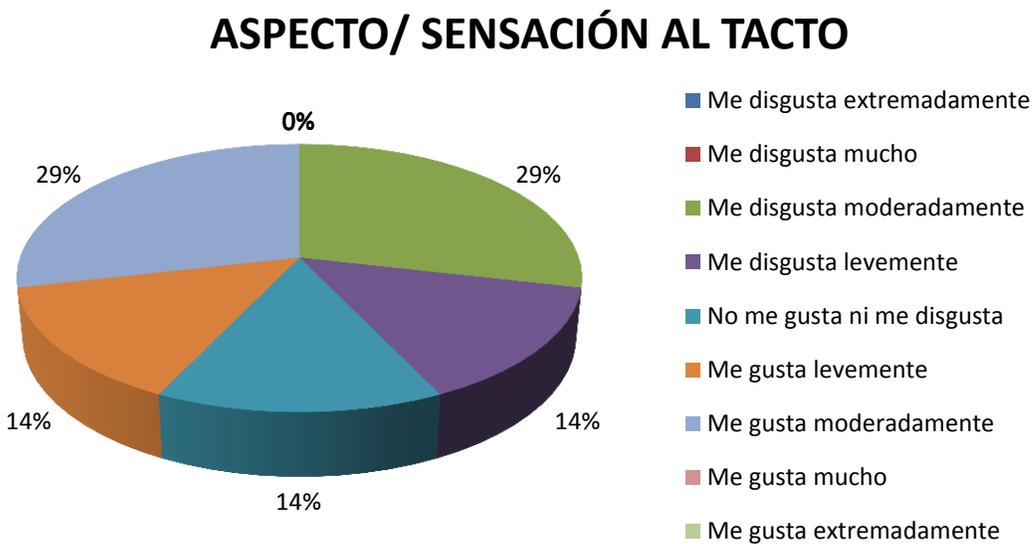


Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



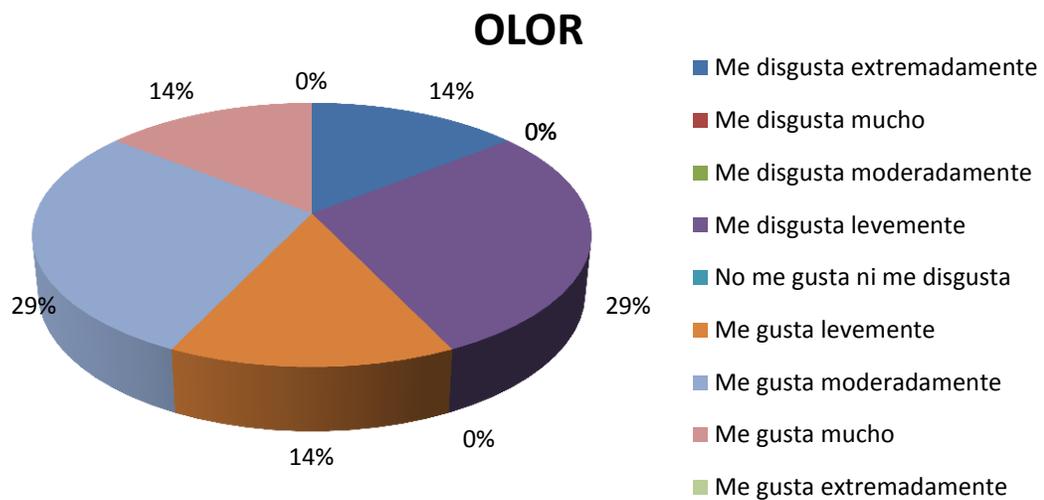
Fuente: elaboración propia.



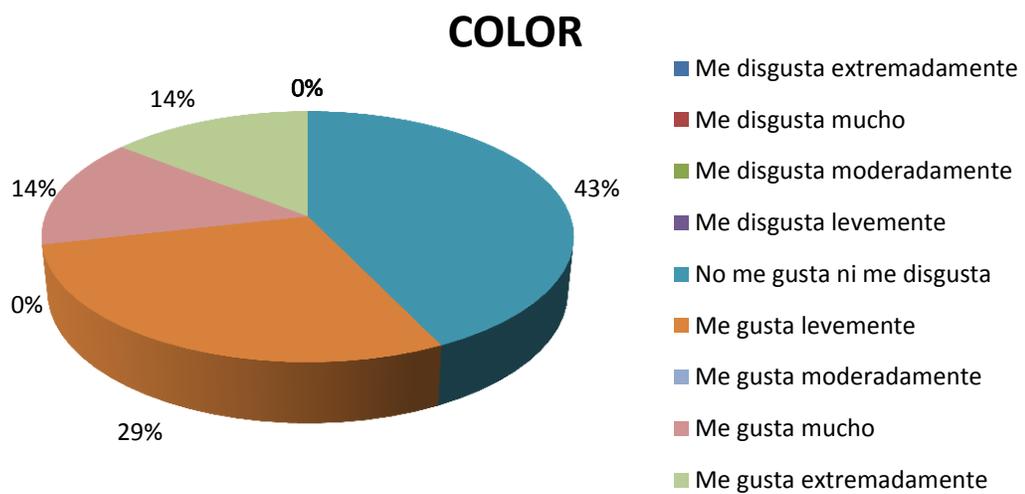
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H32 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.



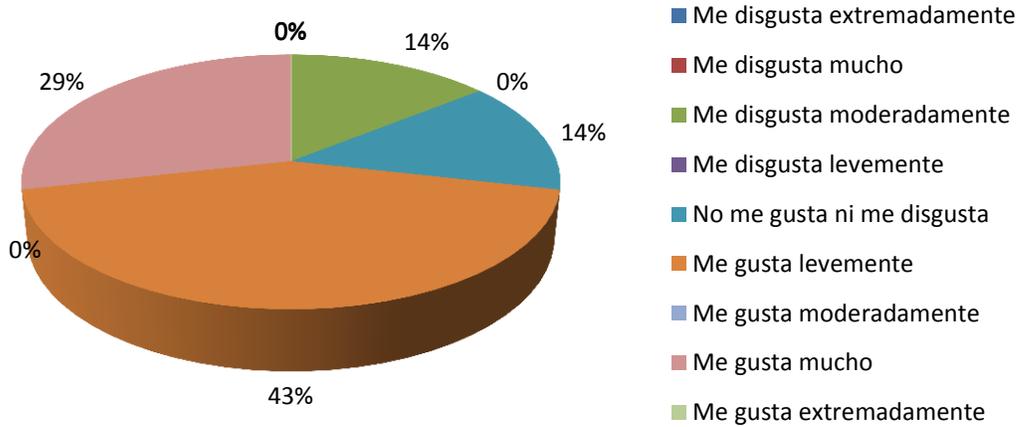
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

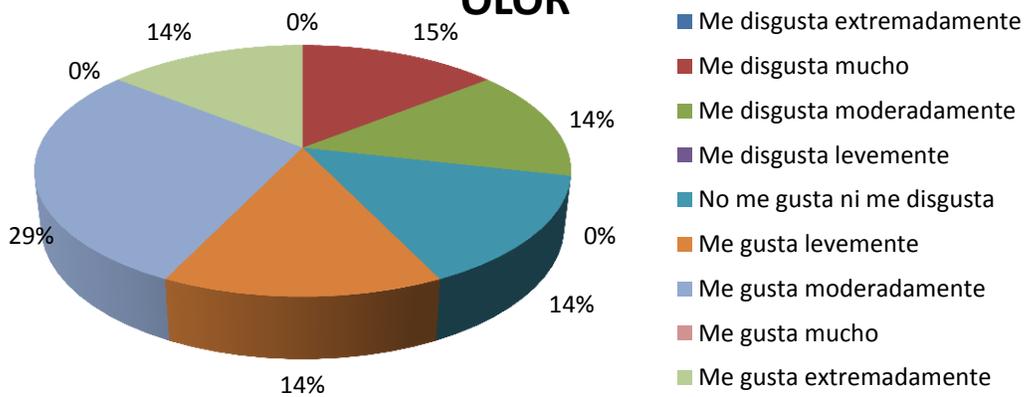
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

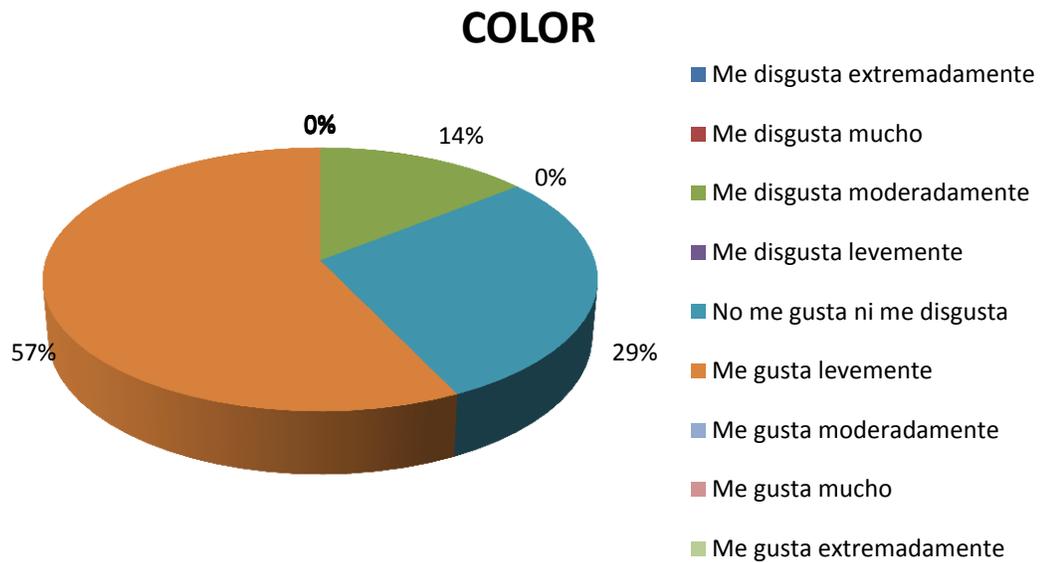
- Muestra F33 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

OLOR



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



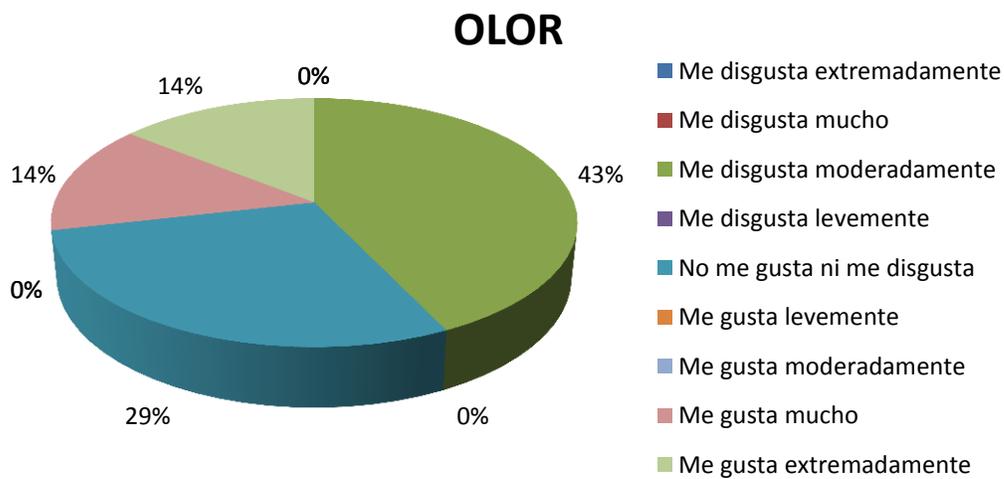
Fuente: elaboración propia.



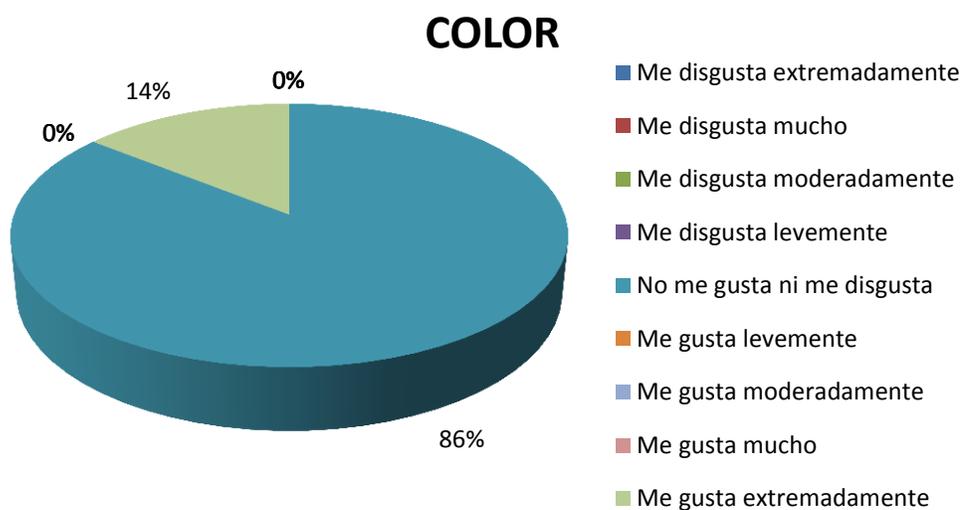
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H23 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

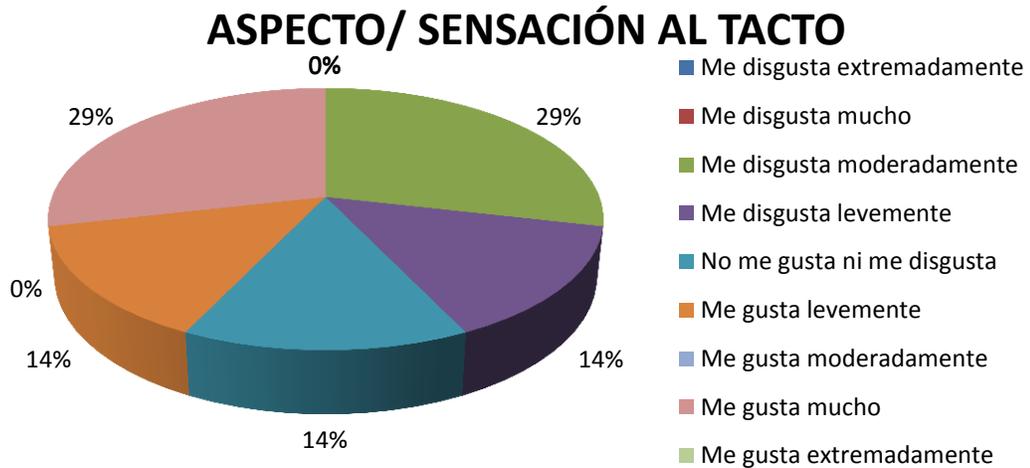


Fuente: elaboración propia.



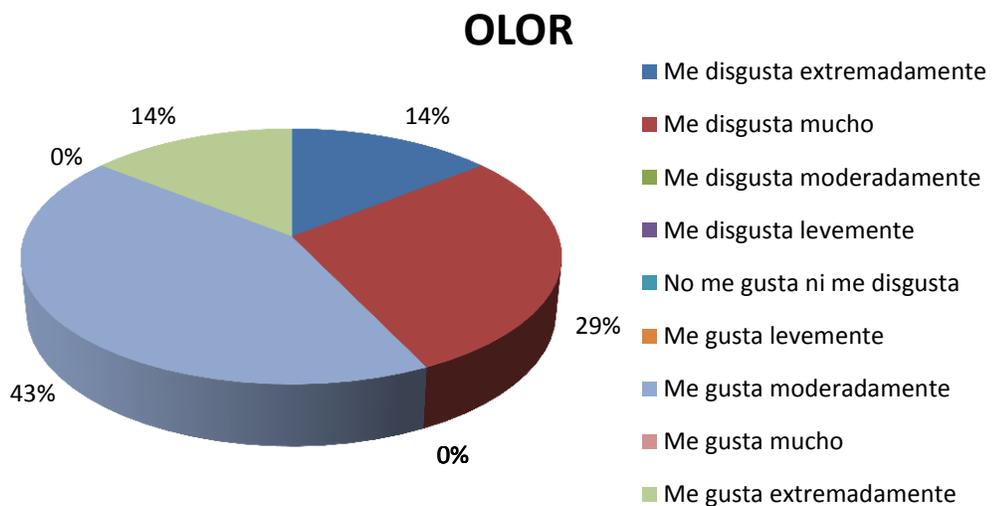
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



Fuente: elaboración propia.

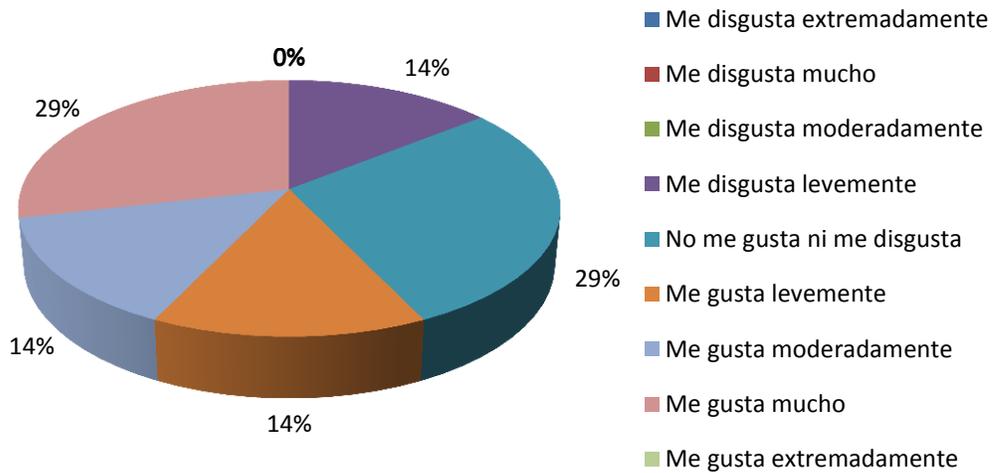
- Muestra F34 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Luis, Petén.



Fuente: elaboración propia.

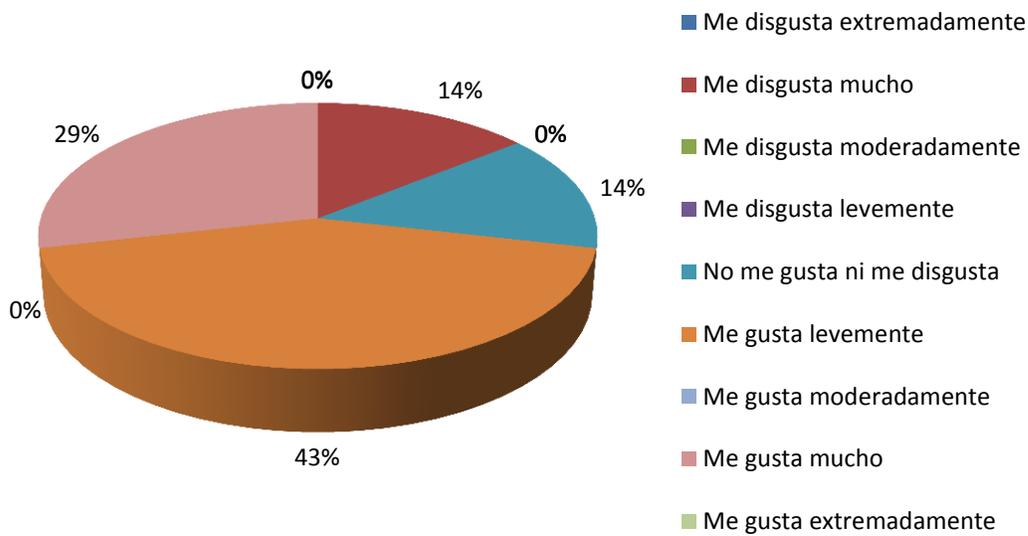
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

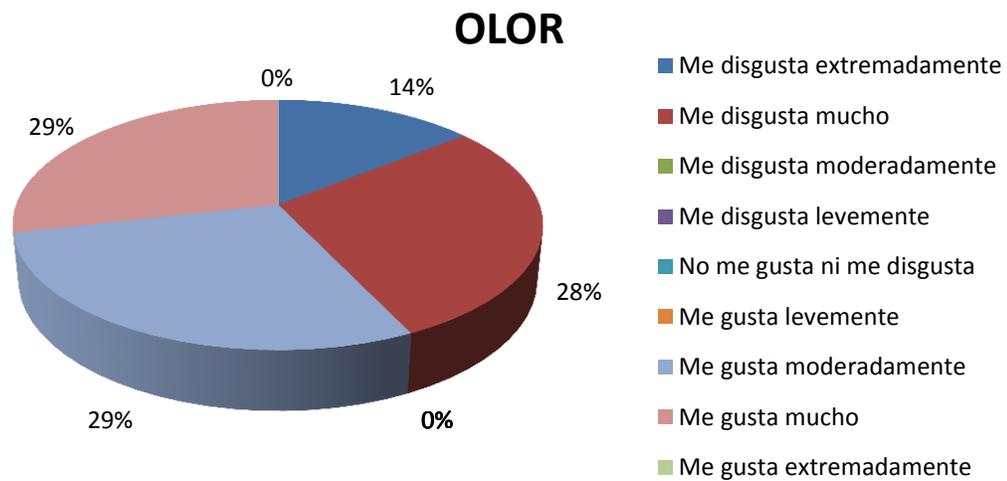
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



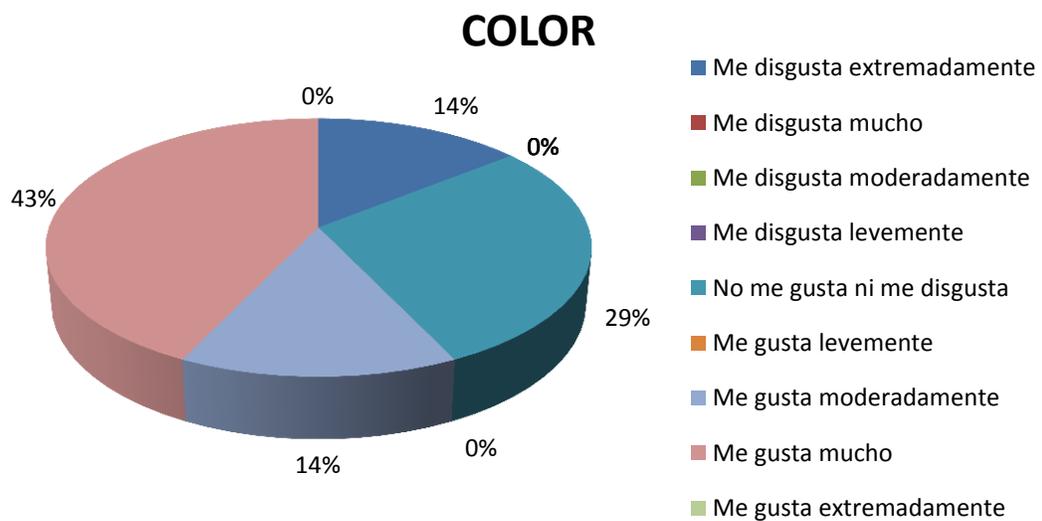
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H24 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Luis, Petén.

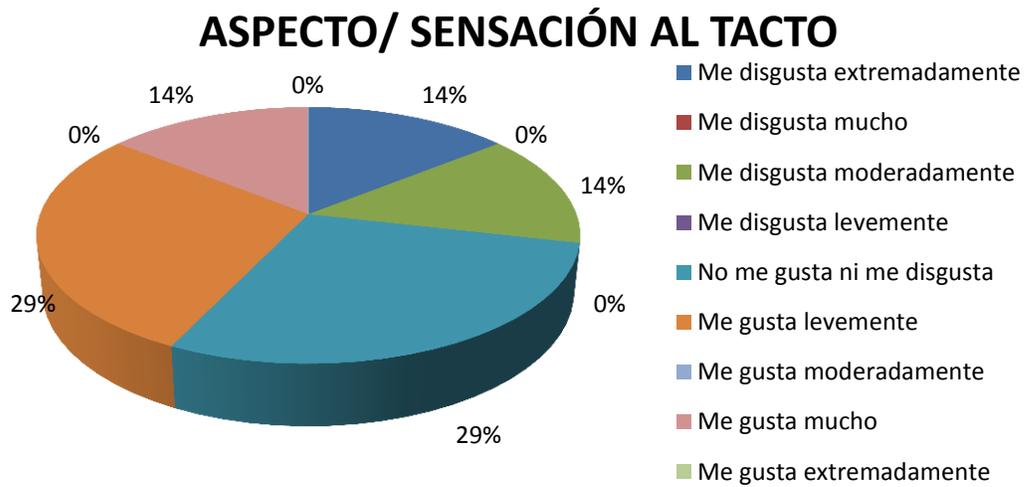


Fuente: elaboración propia.



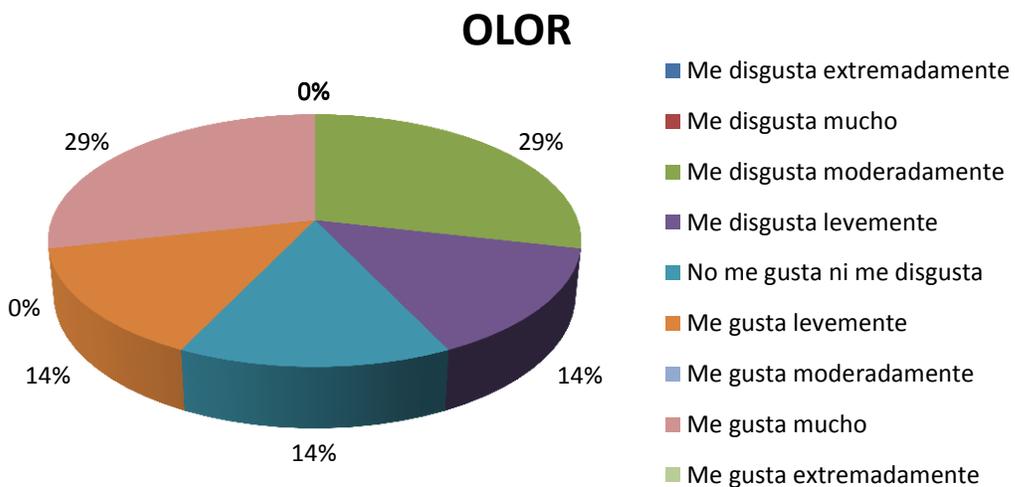
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



Fuente: elaboración propia.

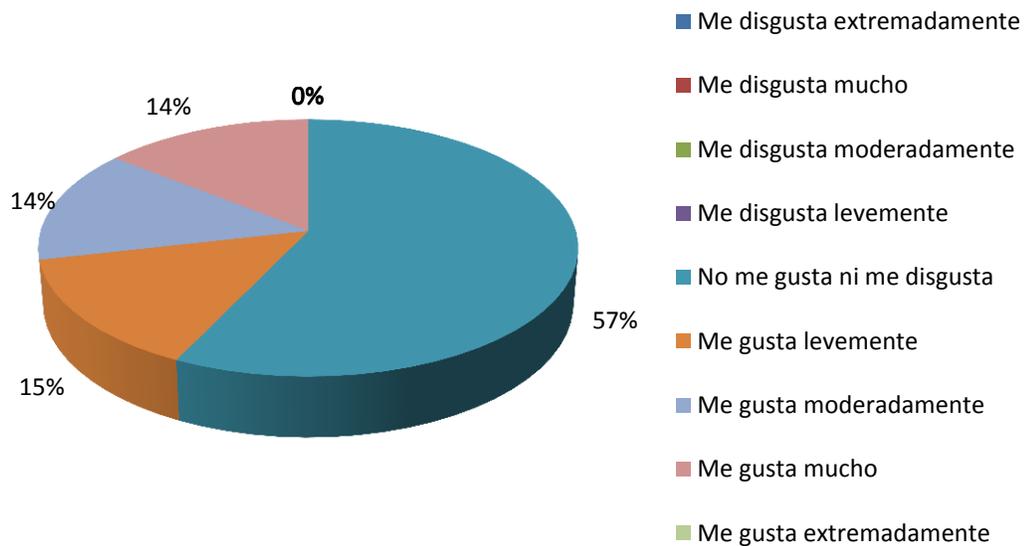
- Muestra F15 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Dolores, Petén.



Fuente: elaboración propia.

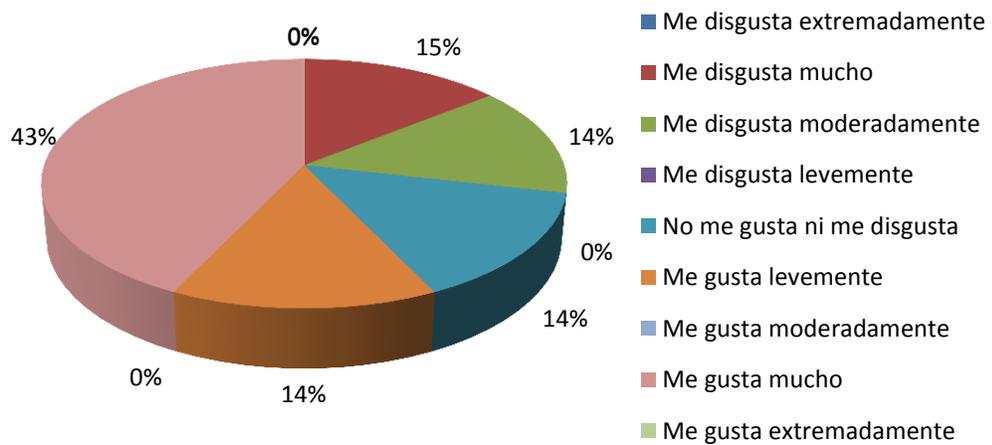
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

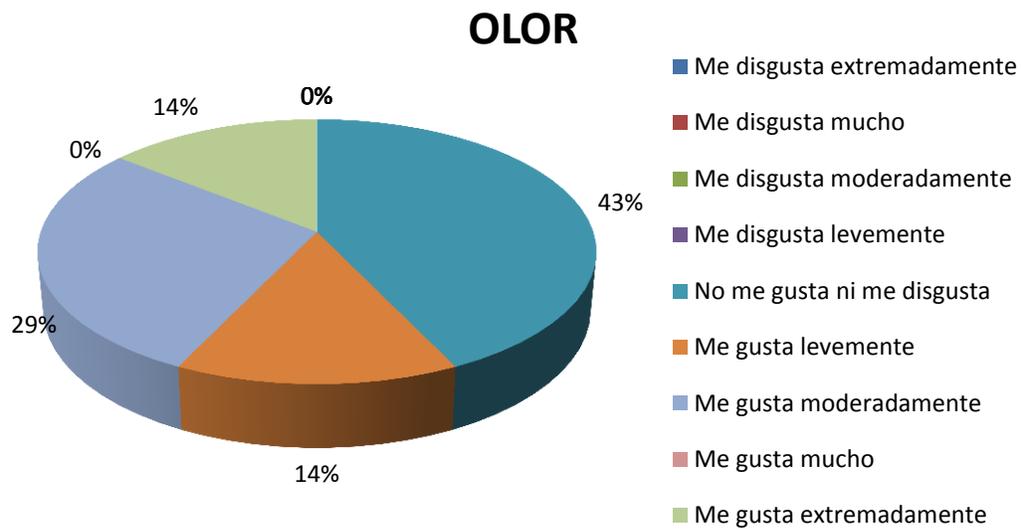
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



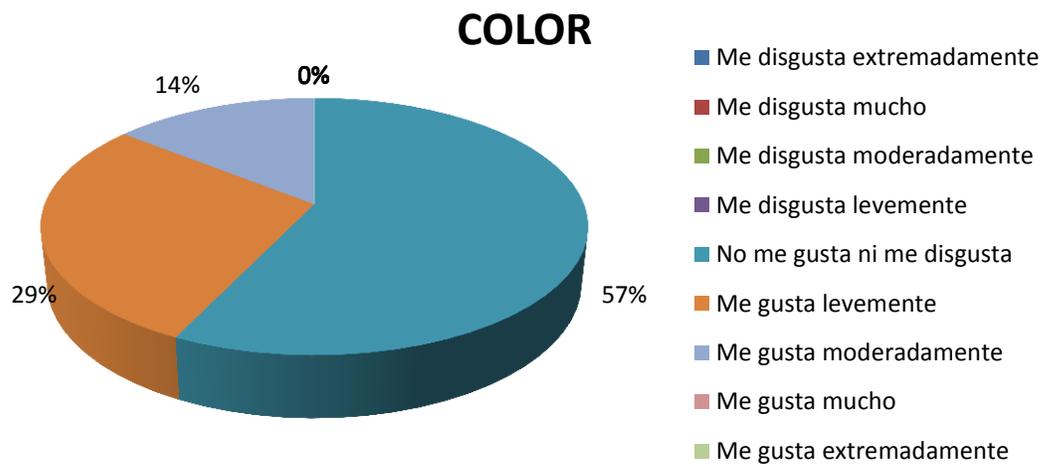
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H25 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Dolores, Petén.



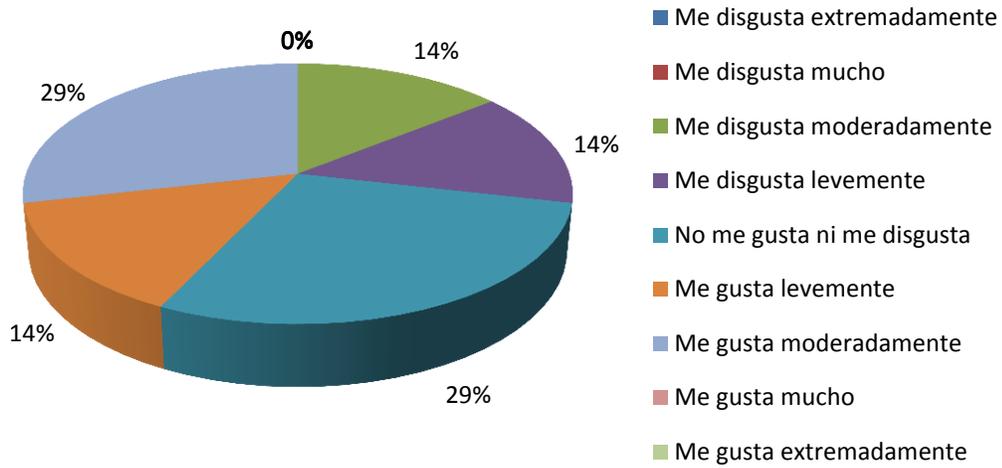
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

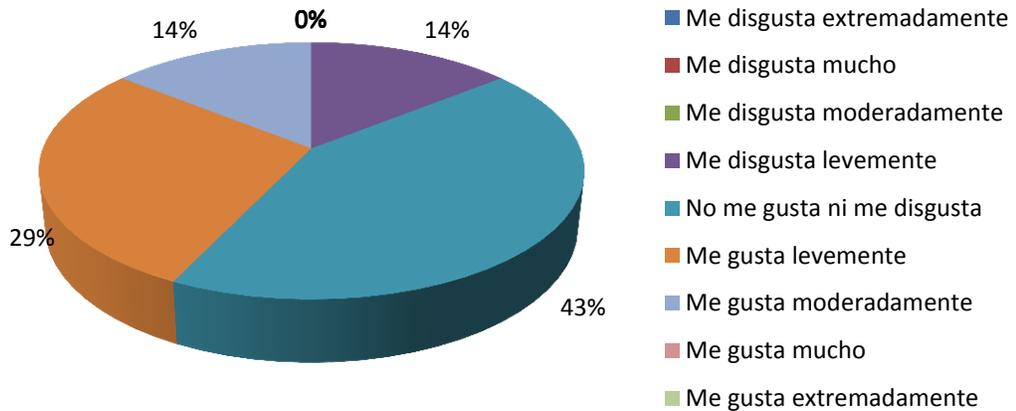
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

- Muestra F36 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Melchor, Petén.

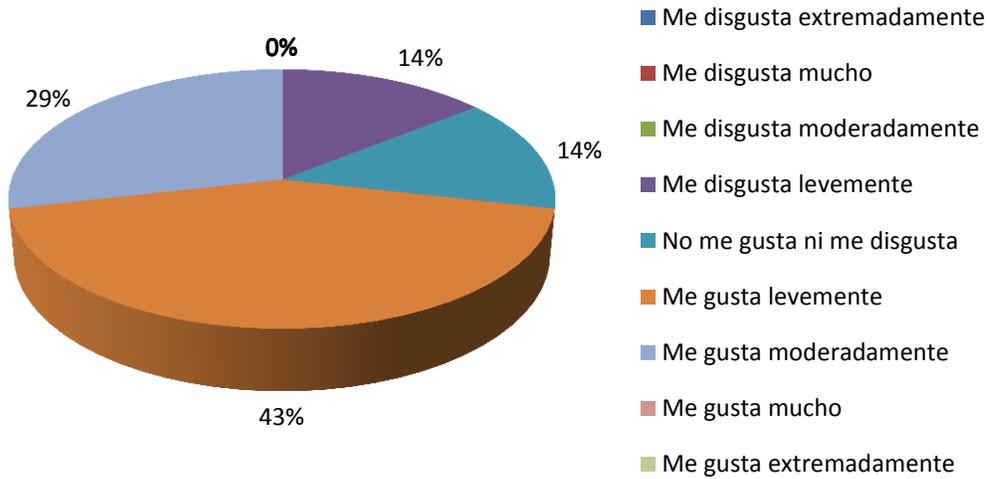
OLOR



Fuente: elaboración propia.

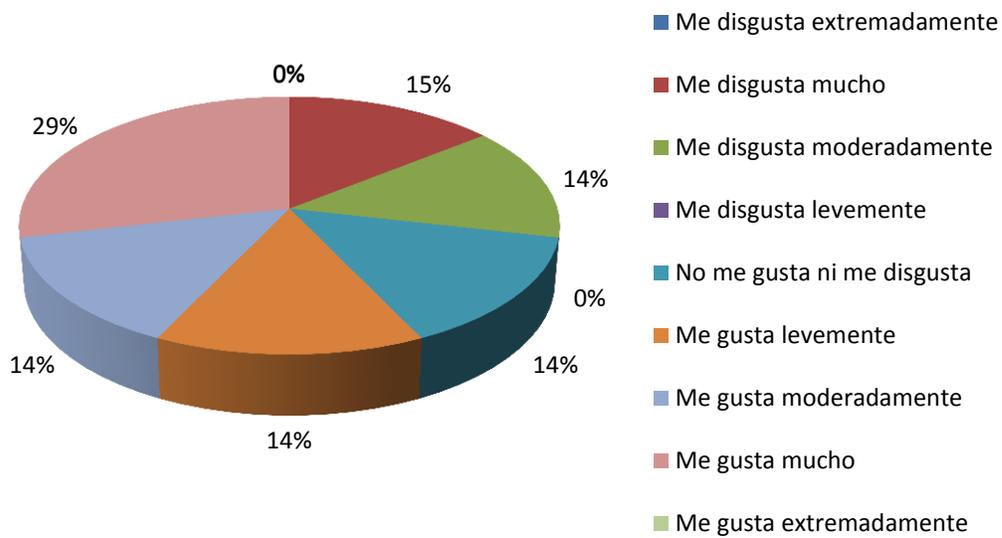
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

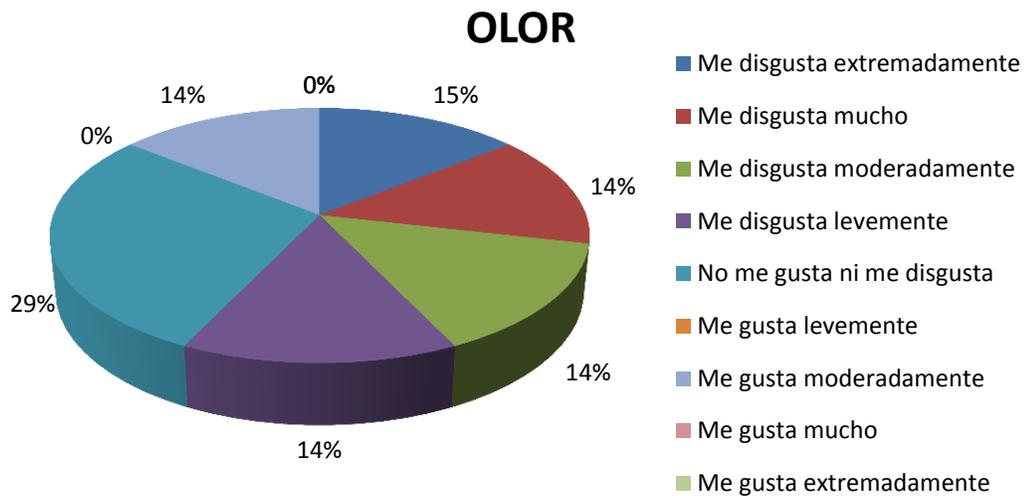
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



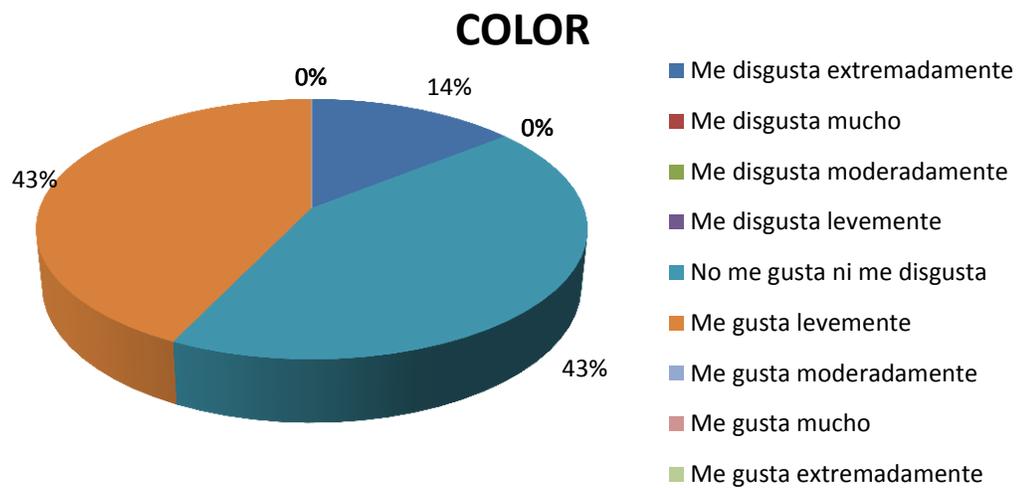
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H16 de loción astringente: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Melchor, Petén.

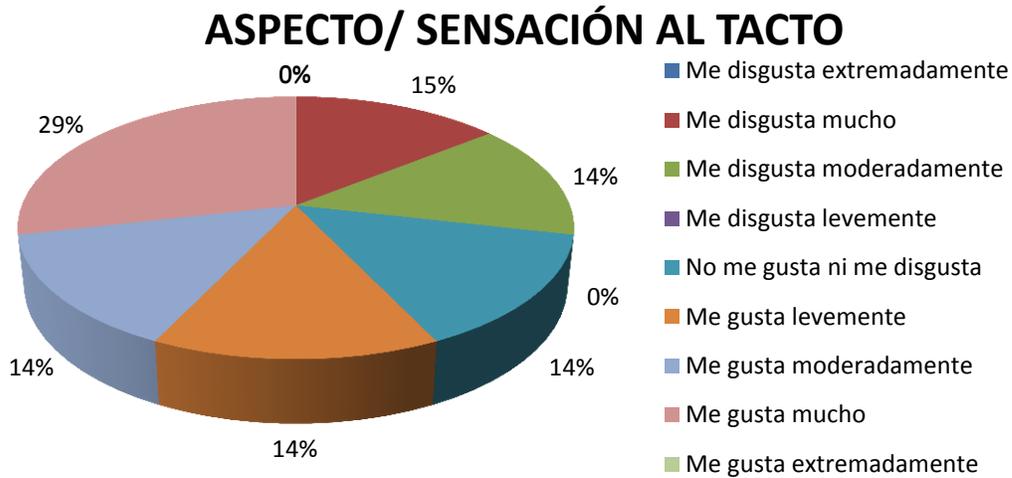


Fuente: elaboración propia.



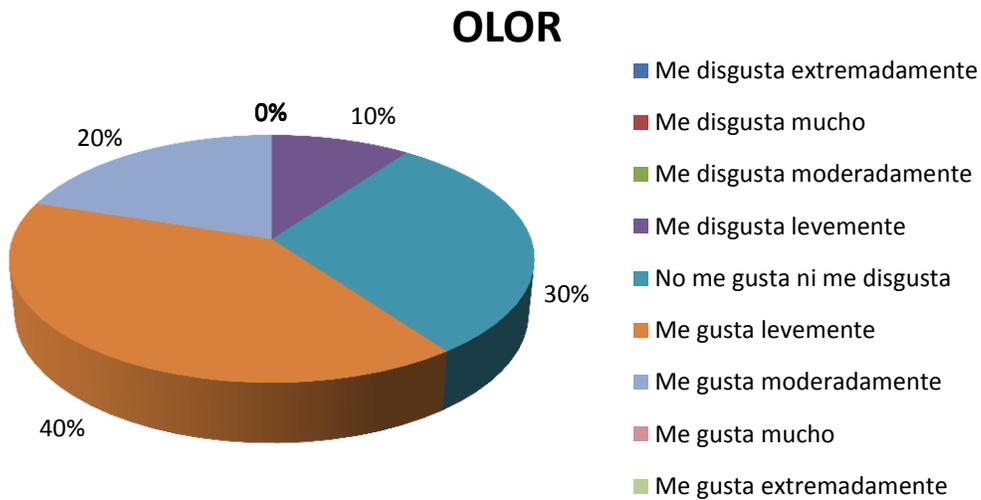
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



Fuente: elaboración propia.

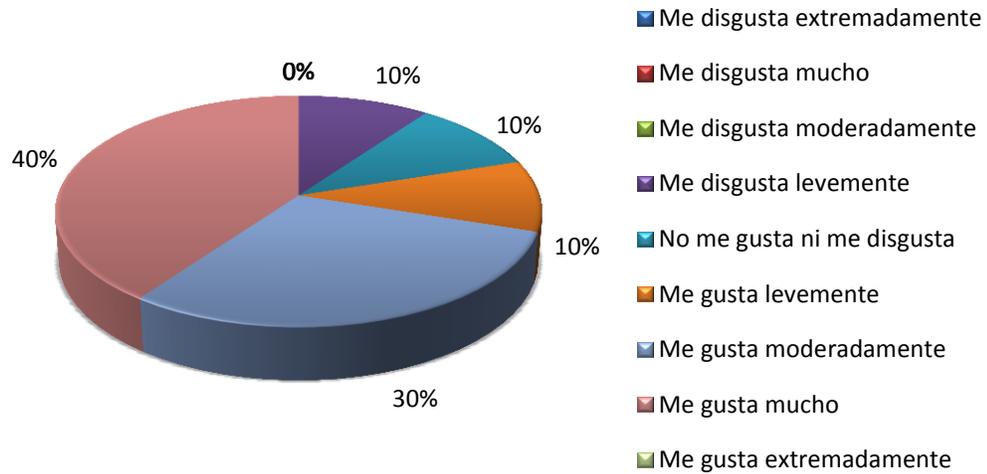
- Muestra F31 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Campur, Alta Verapaz.



Fuente: elaboración propia.

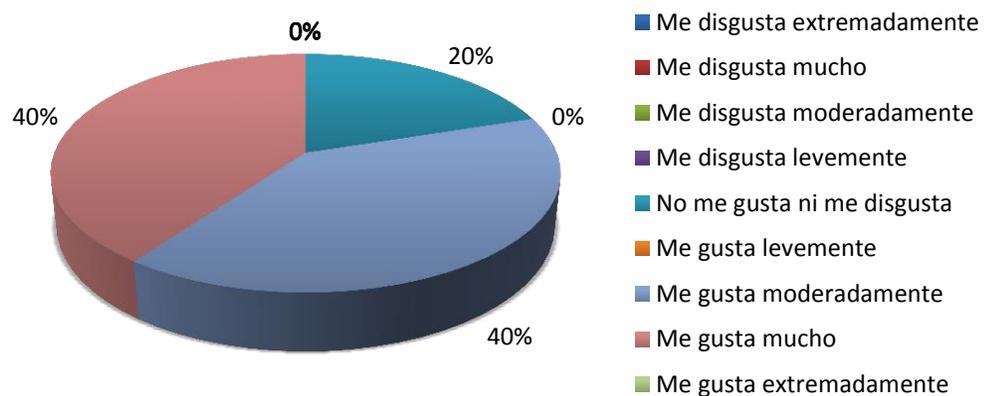
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

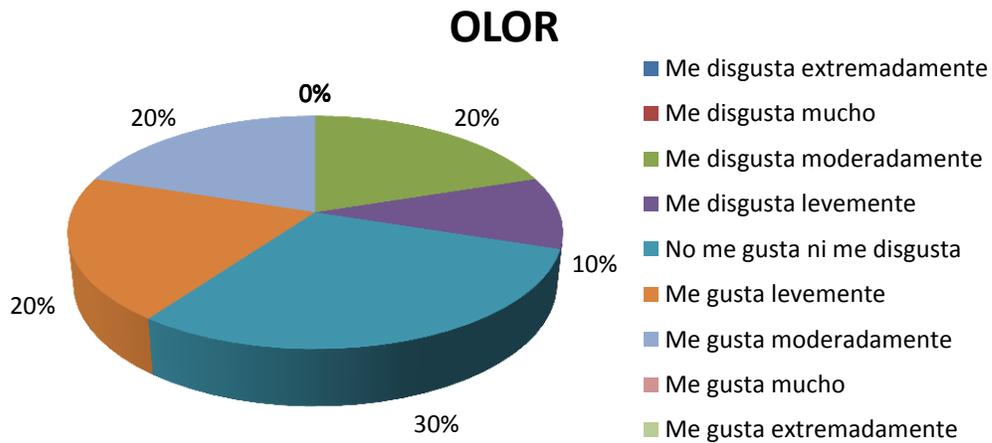
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



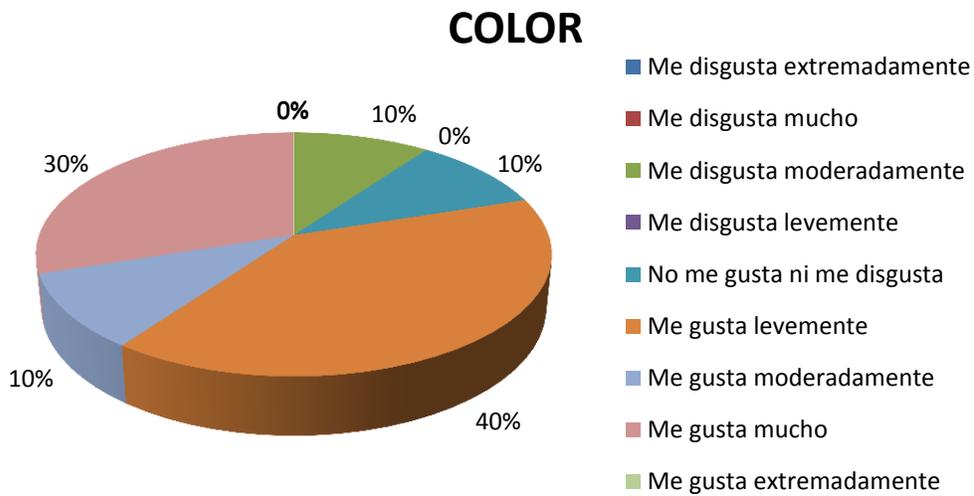
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H11 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Campur, Alta Verapaz.



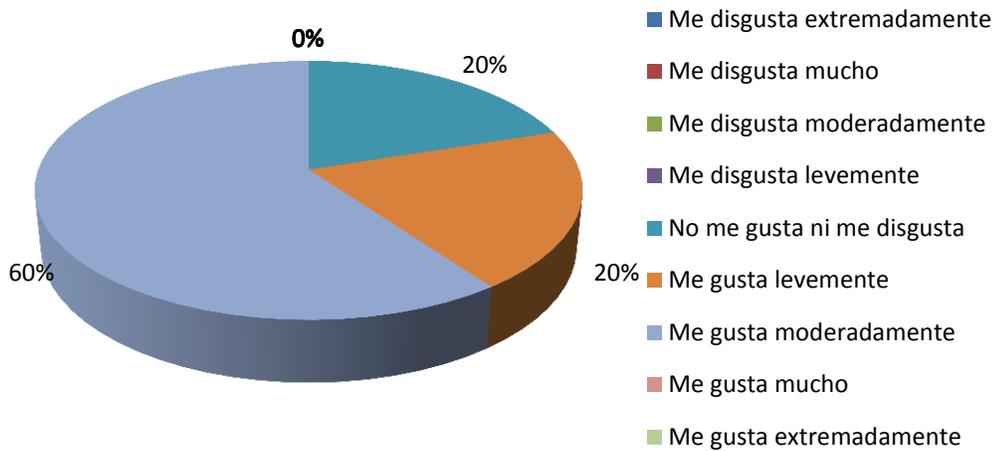
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

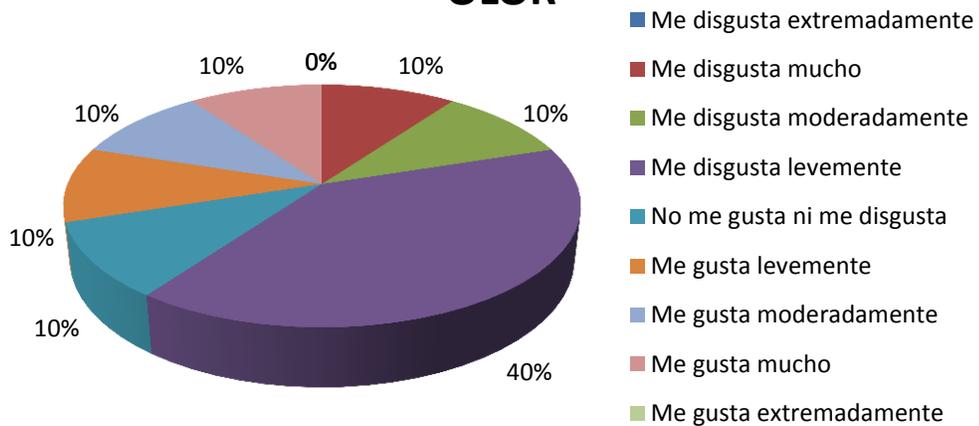
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

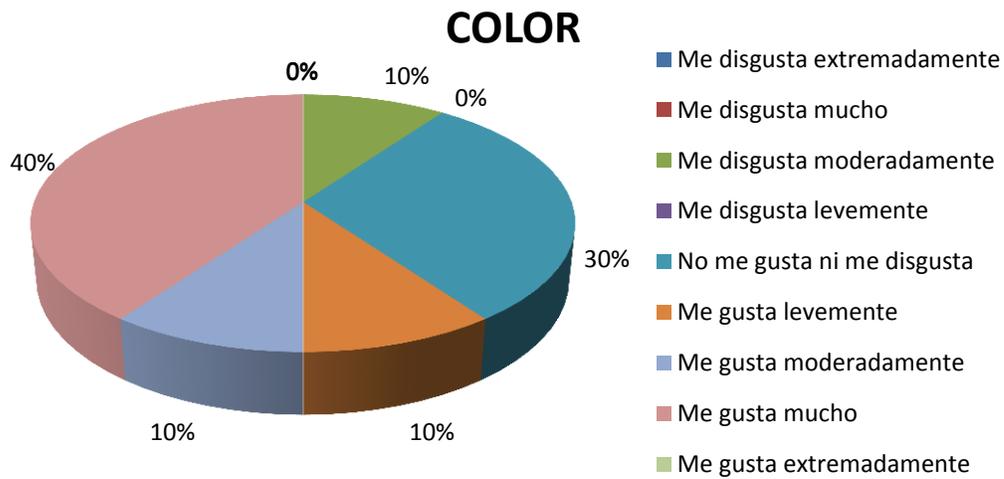
- Muestra F12 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.

OLOR



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



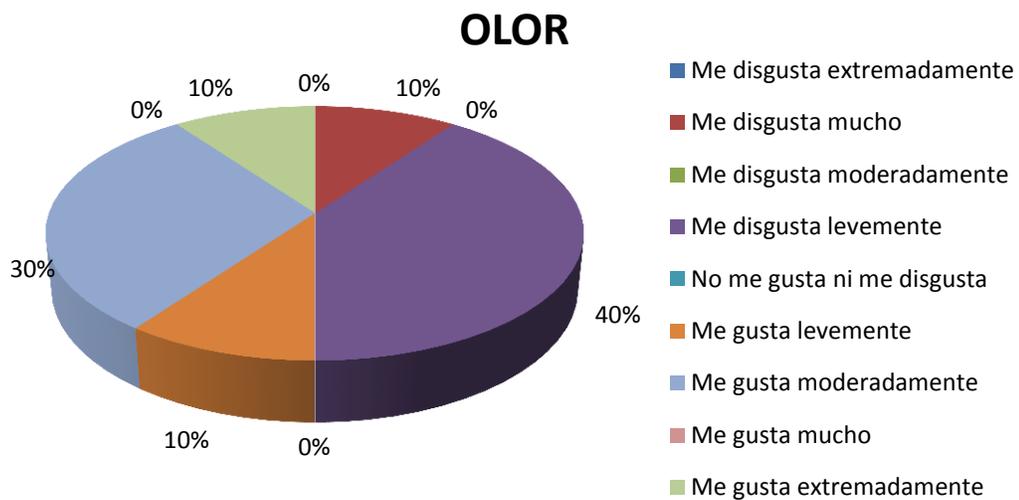
Fuente: elaboración propia.



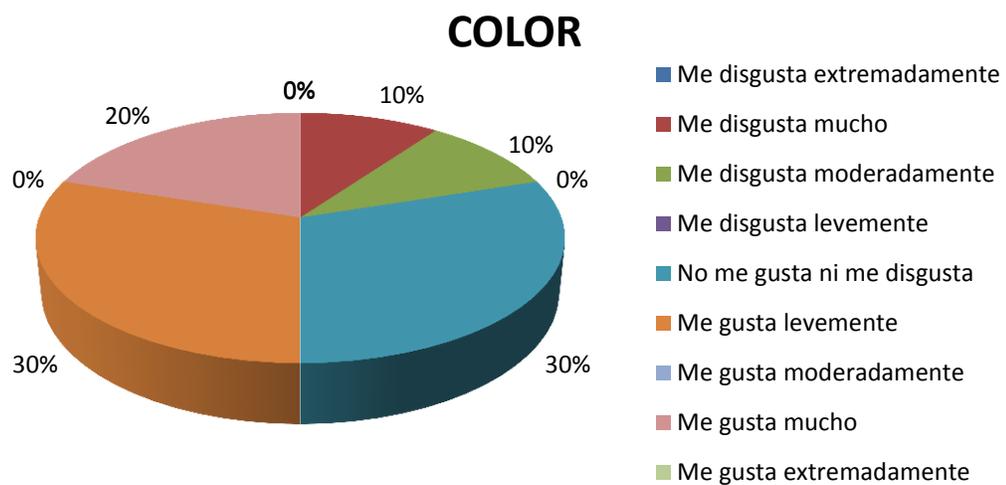
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H32 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Cahabón, Alta Verapaz.



Fuente: elaboración propia.



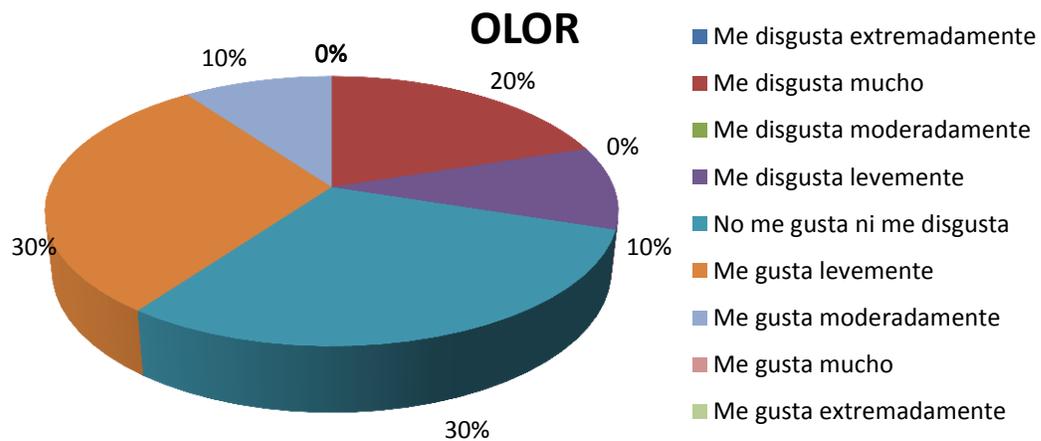
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



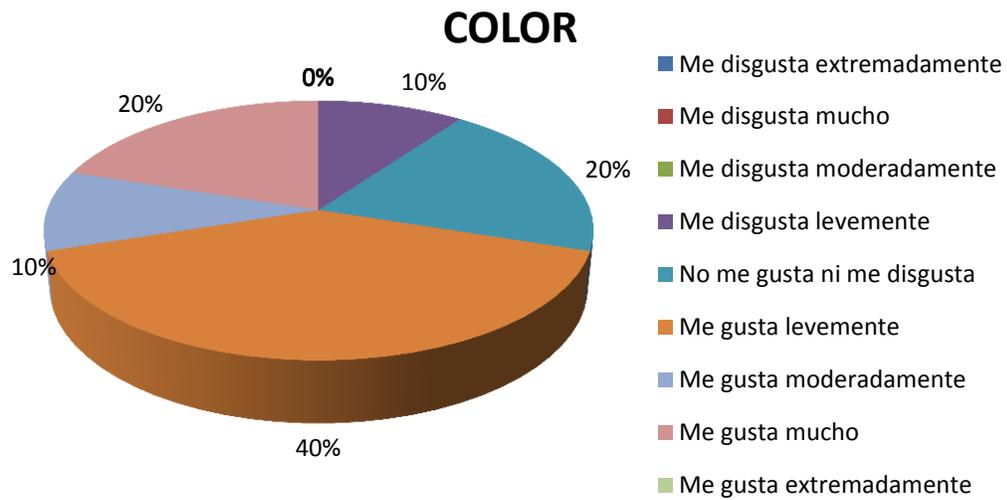
Fuente: elaboración propia.

- Muestra F13 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



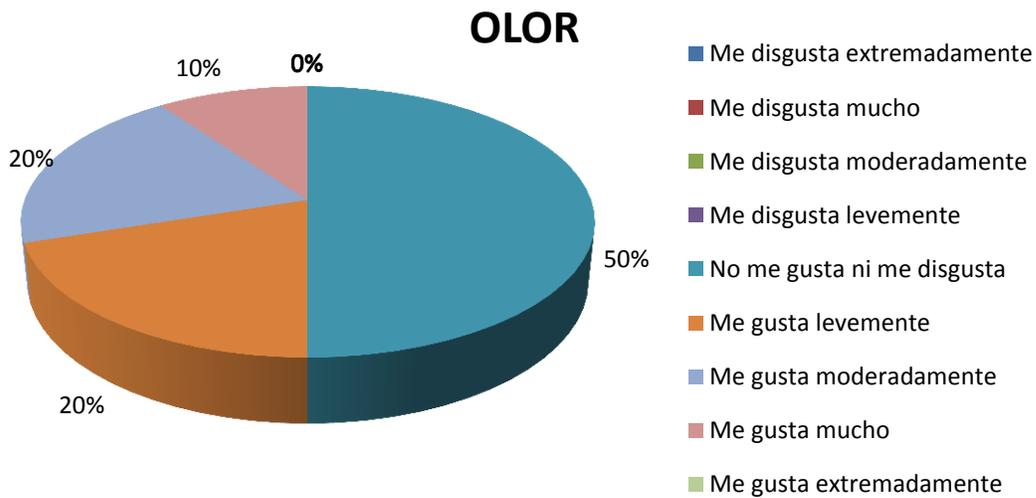
Fuente: elaboración propia.



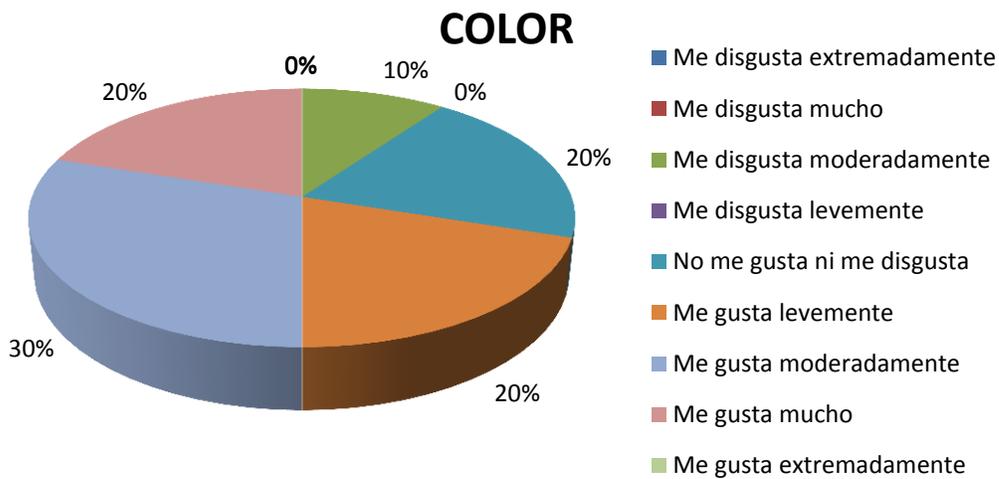
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

Muestra H33 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

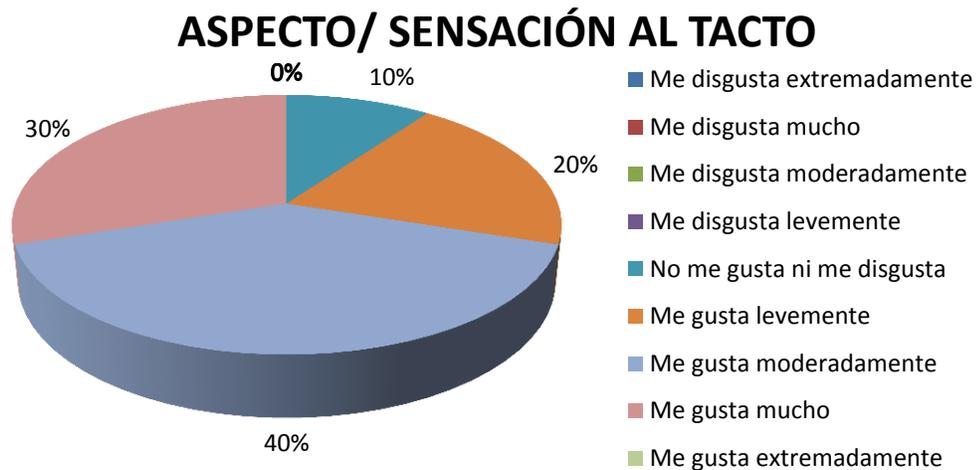


Fuente: elaboración propia.



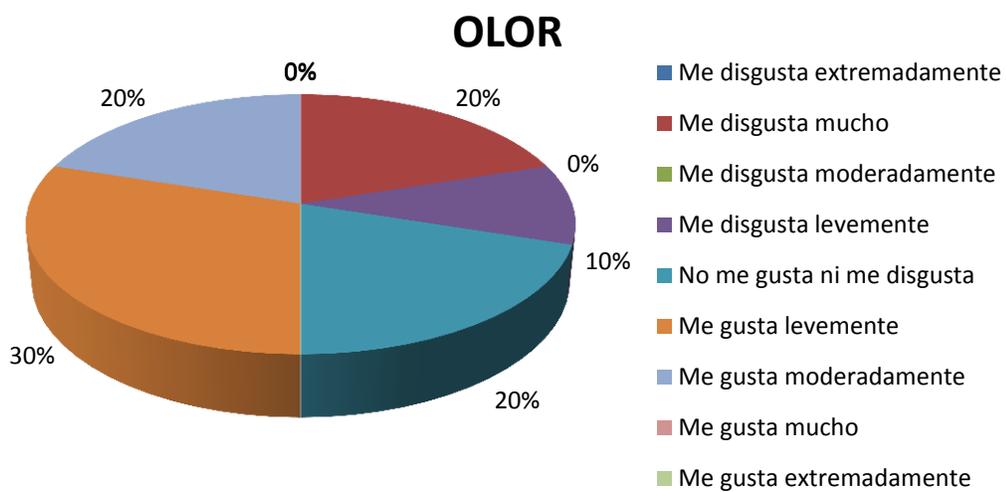
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



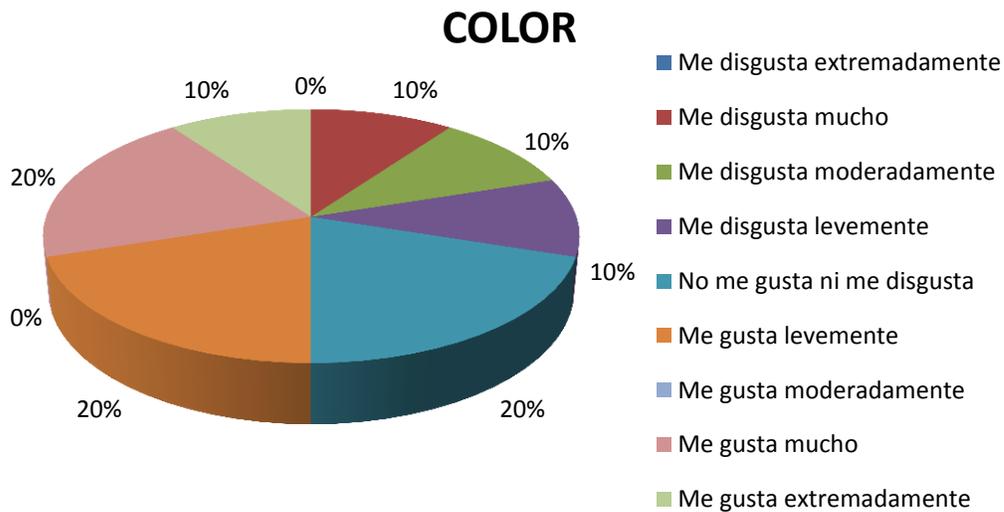
Fuente: elaboración propia.

- Muestra F14 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de San Luis, Petén.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



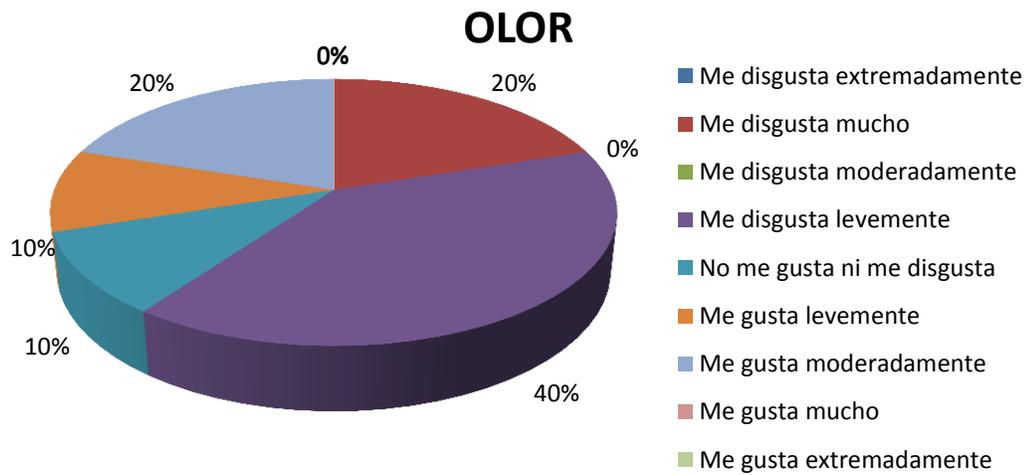
Fuente: elaboración propia.



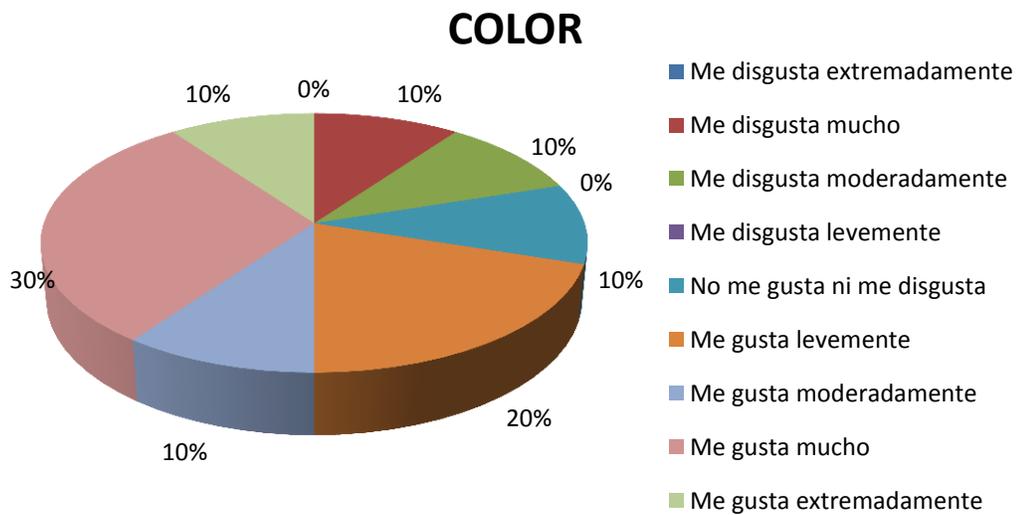
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H34 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de hojas proveniente de San Luis, Petén.

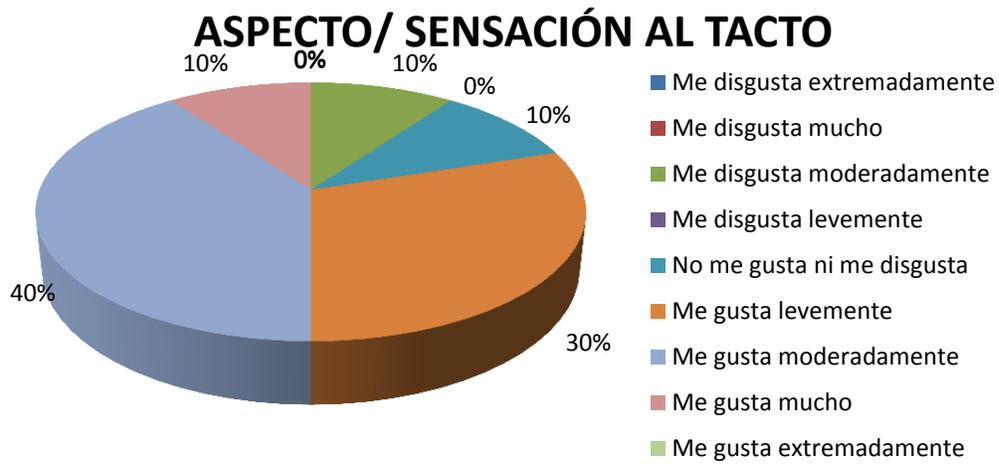


Fuente: elaboración propia.



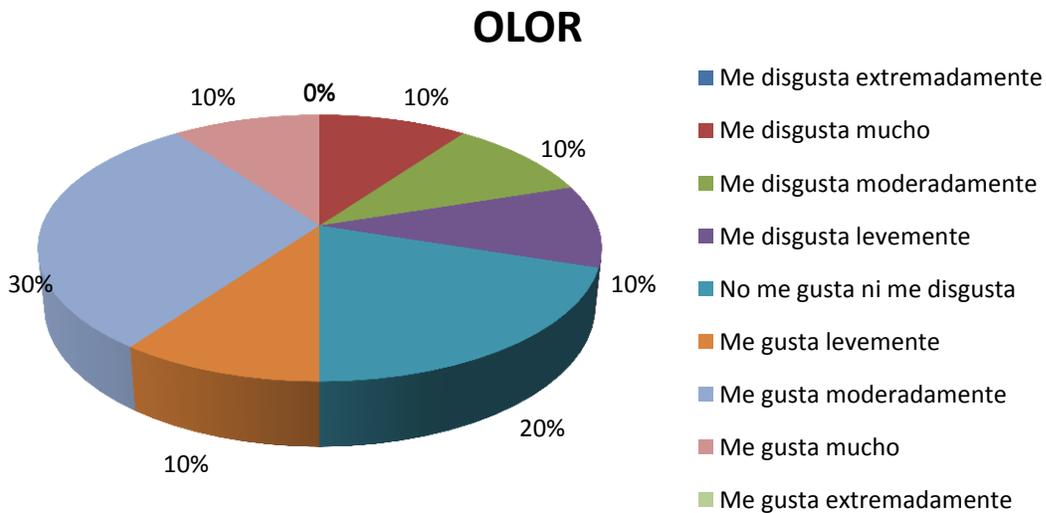
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



Fuente: elaboración propia.

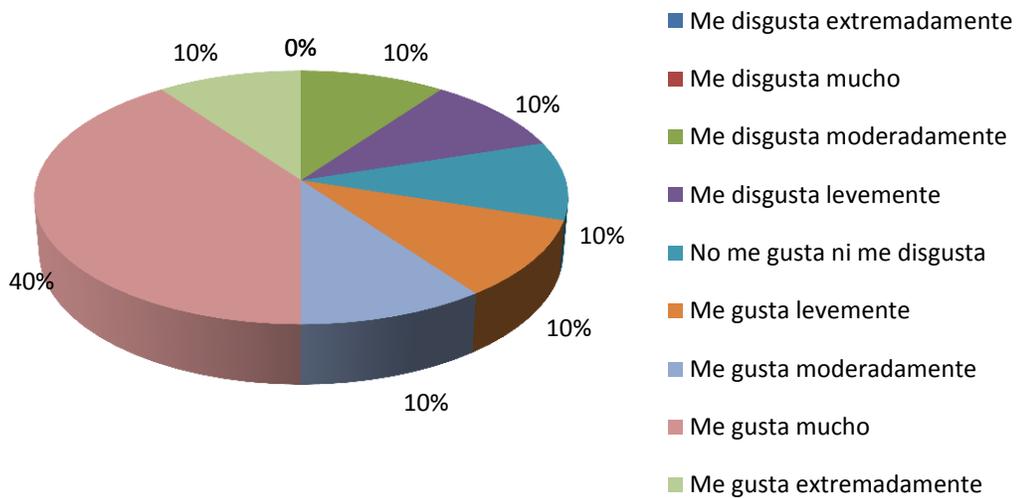
- Muestra F35 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Dolores, Petén.



Fuente: elaboración propia.

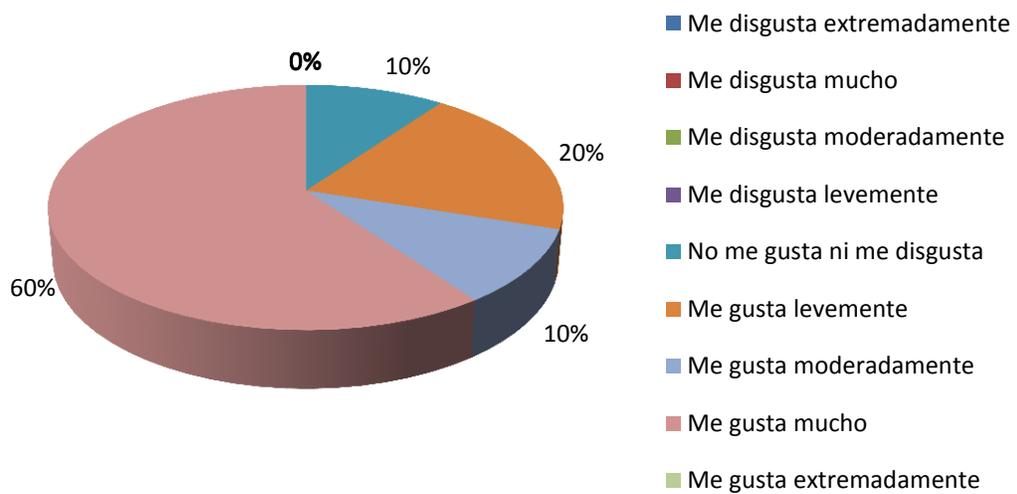
Continuación del apéndice 7.

COLOR



Fuente: elaboración propia.

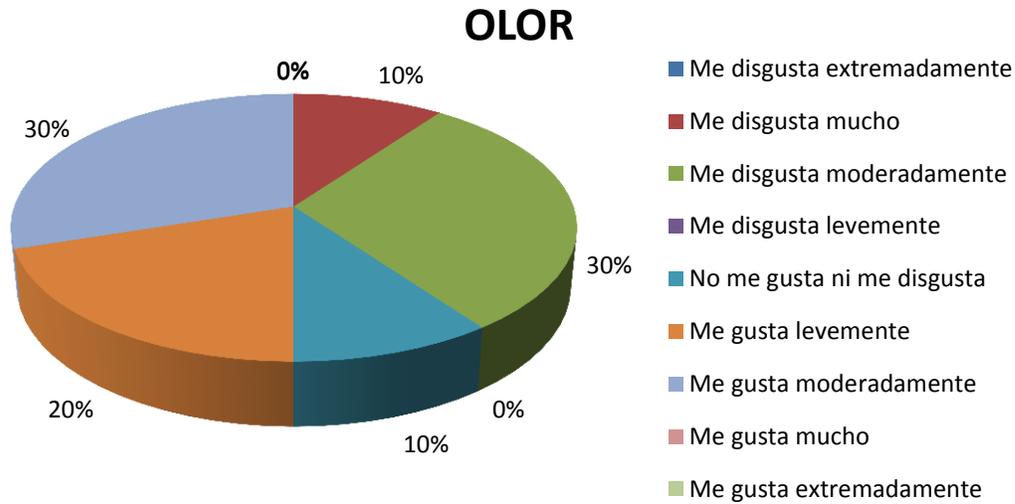
ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



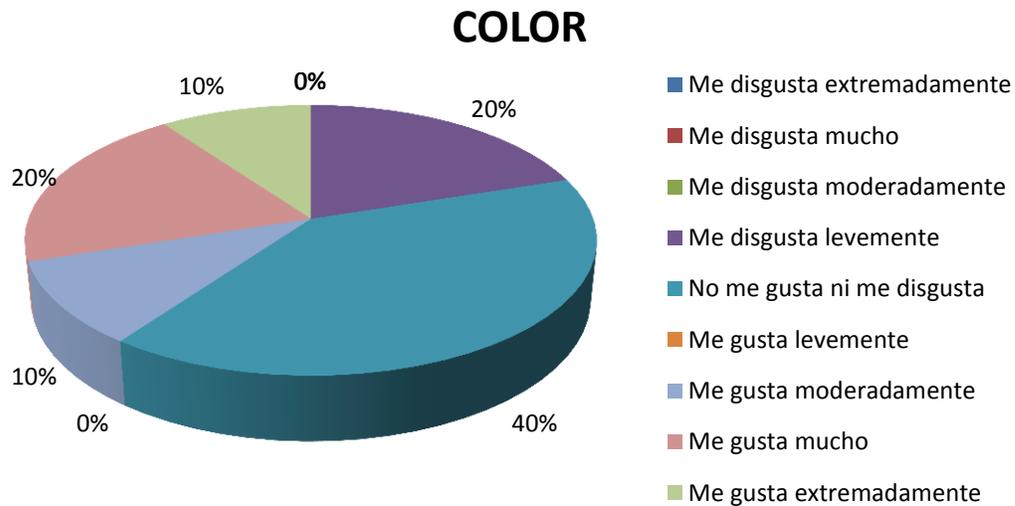
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H25 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Dolores, Petén.



Fuente: elaboración propia.



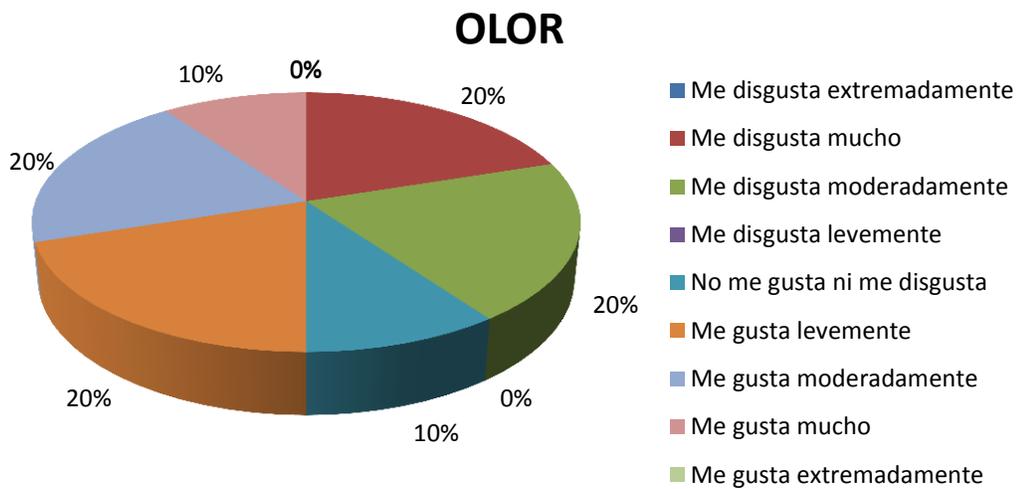
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



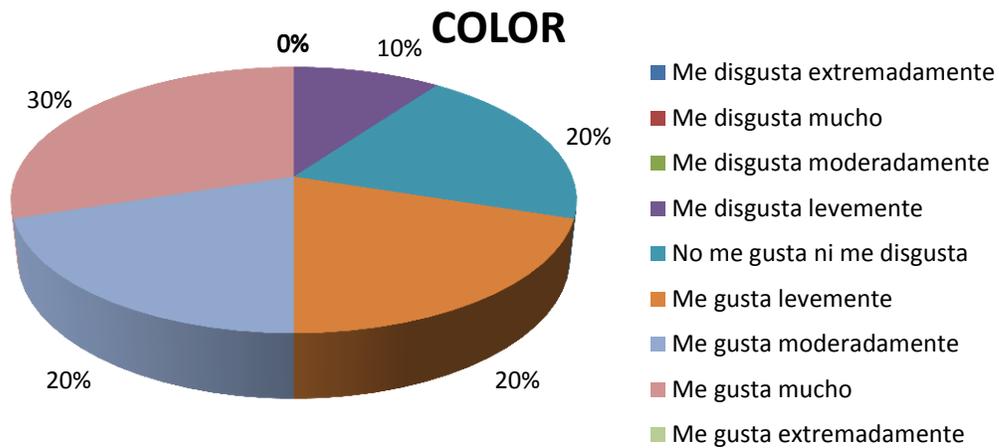
Fuente: elaboración propia.

- Muestra F16 de jabón de tocador: prueba hedónica de jabón a partir de aceite esencial de frutos proveniente de Melchor, Petén.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.



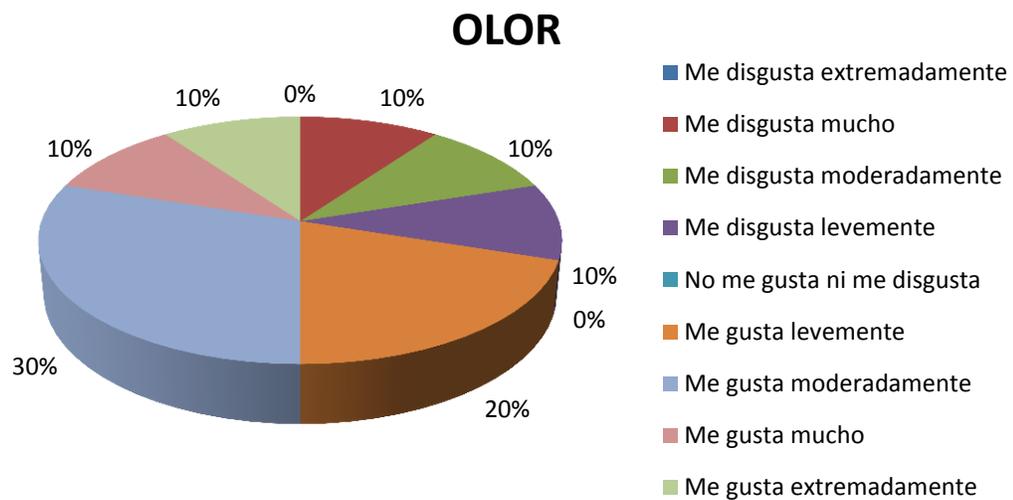
Fuente: elaboración propia.



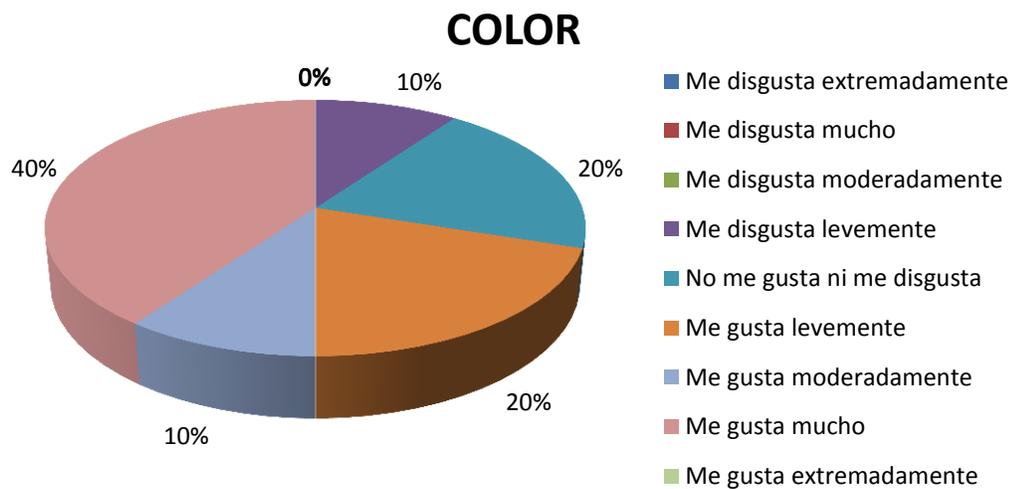
Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

- Muestra H36 de jabón de tocador: prueba hedónica de loción a partir de aceite esencial de hojas proveniente de Melchor, Petén.



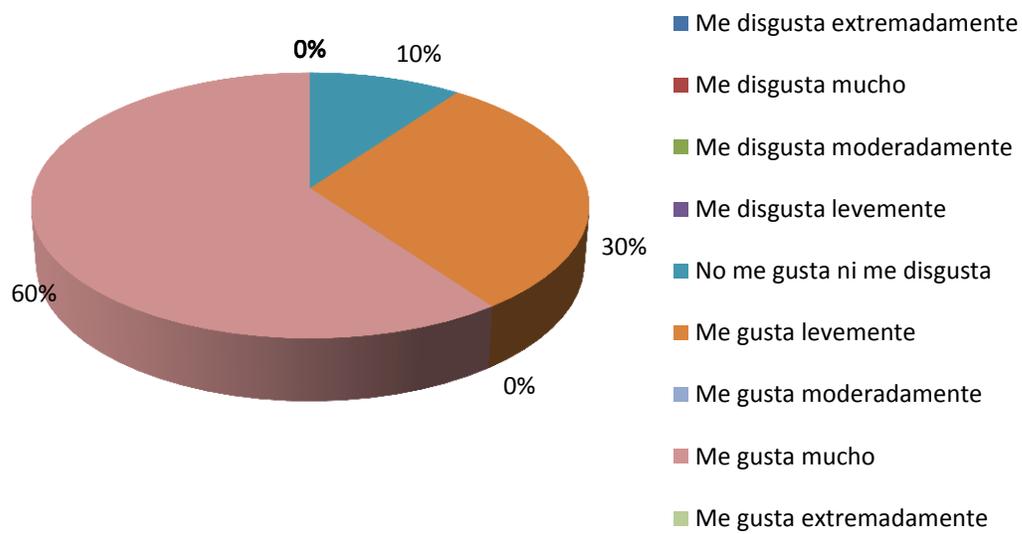
Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice 7.

ASPECTO/ SENSACIÓN AL TACTO



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis microbiológico de aceite esencial de pimienta

Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico

No. de ingreso: 418-429 No. De muestra: 12 (doce)
 Institución: **PROYECTO FODECYT 037-2015** Ingreso: 20/02/17
 Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite esencial y oleoresina obtenidos de los hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merril), cultivada en Guatemala y su aplicación en la industria alimenticia y cosmética. Inicio de análisis: 20/02/17
Reporte resultados: 28/02/17

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
418	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R1 Campur Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
419	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R1 Campur Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
420	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R2 Calabón Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
421	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R2 Calabón Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
422	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R3 Carchá Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
423	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R3 Carchá Alta Verapaz.	< 3 NMP/mL	Ausente
424	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R4 San Luis Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
425	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R4 San Luis Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
426	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R5 Dolores Petén	< 3 NMP/mL	Ausente

Límites RTCA: Coliformes fecales < 3 NMP/mL o g
***Escherichia coli*: Ausente**

P: Calle 6-47 zona 1
 Tels/Fax: 22531319
 lafymsac@sanccar.com

Continuación del anexo 1.

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>
427	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R5 Dolores Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
428	Aceite esencial frutos de pimienta	Ac.C1.R6 Melchor Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
429	Aceite esencial hojas de pimienta	Ac.C1.R6 Melchor Petén	< 3 NMP/mL	Ausente

Límites RTCA: Coliformes fecales < 3 NMP/mL o g
Escherichia coli: Ausente

CONCLUSIÓN:

De las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio no se aislaron Coliformes fecales ni *Escherichia coli*, por lo que se consideran SATISFACTORIAS.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2.016

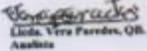
Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM

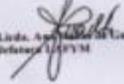
*Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

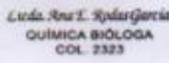
1. Nomenclatura utilizada:

UFC/g Unidades Formadoras de Colonia por gramo


Lidia Vera Parodi, Q.B.
Analista


LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS LAFYM
PROGRAMA CDC
GUATEMALA, G. A. CENTROAMÉRICA


Lidia Anselmo de García, Q.B.
Jefetora LAFYM


Lidia Ana E. Spínola García
QUÍMICA BIÓLOGA
COL. 2323

P. Calle 6-47 zona 1
Teléfono: 22531319
lafymasc@intobest.com

Fuente: Laboratorio de análisis físicoquímicos y microbiológicos LAFYM.

Anexo 2. Análisis microbiológico de cremas y lociones

Universidad de San Carlos de Guatemala

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

1

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. de ingreso: 394-417 No. De muestra: 24 (veinticuatro)
 Institución: **PROYECTO FODECVT 037-2015** Ingreso: 20/02/17
 Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite esencial y oleoresina obtenidos de los hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merril), cultivada en Guatemala y su aplicación en la industria alimenticia y cosmética. Inicio de análisis: 20/02/17
Reporte resultados: 28/02/17

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
394	Loción astringente frutos de pimienta	Ac.C1.R3 Carcha Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
395	Loción astringente hojas de pimienta	Ac.C3.R3 Carcha Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
396	Loción astringente frutos de pimienta	Ac.C3.R1 Campúr Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
397	Loción astringente hojas de pimienta	Ac.C1.R1 Campúr Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
398	Loción astringente frutos de pimienta	Ac.C2.R2 Cahabón Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
399	Loción astringente hojas de pimienta	Ac.C1.R2 Cahabón Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
400	Loción astringente frutos de pimienta	Ac.C1.R4 San Luis Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
401	Loción astringente hojas de pimienta	Ac.C1.R4 San Luis Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
402	Loción astringente frutos de pimienta	Ac.C3.R5 Dolores Petén	< 10 UFC/g	Ausencia

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

V. Calle 6-47 zona 1
 TeleFon: 22531319
 lafym@msc@mscibatz.com

Continuación del anexo 2.

Universidad de San Carlos de
Guatemala



Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Laboratorio de Análisis Fisicoquímicos
y Microbiológicos LATYM

2

Informe de Resultados de Análisis Microbiológico en Cosméticos

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
403	Loción astringente hojas de pimienta	Ac C1 R5 Dolores Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
404	Loción astringente frutos de pimienta	Ac C1 R6 Melchor Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
405	Loción astringente hojas de pimienta	Ac C3 R6 Melchor Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
406	Crema relajante frutos de pimienta	Ac C3 R1 Campús Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
407	Crema relajante hojas de pimienta	Ac C2 R1 Campús Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
408	Crema relajante frutos de pimienta	Ac C3 R2 Cahubón Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
409	Crema relajante hojas de pimienta	Ac C1 R2 Cahubón Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
410	Crema relajante frutos de pimienta	Ac C3 R3 Carchá Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
411	Crema relajante hojas de pimienta	Ac C2 R3 Carchá Alta Verapaz	< 10 UFC/g	Ausencia
412	Crema relajante frutos de pimienta	Ac C3 R4 San Luis Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
413	Crema relajante hojas de pimienta	Ac C1 R4 San Luis Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
414	Crema relajante frutos de pimienta	Ac C1 R5 Dolores Petén	< 10 UFC/g	Ausencia

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

P. Calle 6-47 zona 1
TeleFax: 22531319
lafy@usac@usacnet.com

Continuación del anexo 2.

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 en Cosméticos

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	Escherichia coli
415	Crema relajante hojas de pimienta	Ac. C3.R5 Dolores Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
416	Crema relajante frutos de pimienta	Ac. C2.R6 Melchor Petén	< 10 UFC/g	Ausencia
417	Crema relajante hojas de pimienta	Ac. C3.R6 Melchor Petén	< 10 UFC/g	Ausencia

Límites RTCA: Coliformes fecales < 10 UFC/mL. o g
Escherichia coli: Ausente

CONCLUSIÓN:
Las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio satisfacen los límites recomendados, por lo que se consideran **ACEPTABLES**.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2016
Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

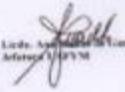
*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio LAFYM
*Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, tal y como fue recibida en el laboratorio.

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



Lidia Vera Fierro, QM
Analista





Lidia Vera Fierro, QM
Analista LAFYM

Lidia Vera Fierro
QUÍMICA BIÓLOGA
CCL. 7303

P. Cello 6-47 zona 1
Tel/Fax: 22531319
lafym@usac.edu.gt

Fuente: Laboratorio de análisis físicoquímicos y microbiológicos LAFYM.

Anexo 3. Análisis microbiológico de jabón de tocador

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: 01-12 No. De muestra: 12 (doce)

Institución: **PROYECTO FODECYT 037-2015** Ingreso: 28/02/18
 Evaluación de la calidad y rendimiento del aceite esencial y oleorresina obtenidos de los hojas y frutos de la pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merril), cultivada en Guatemala y su aplicación en la industria alimenticia y cosmética. Inicio de análisis: 28/02/18
 Reporte resultados: 07/03/18

No. Ingreso	Muestra	Lote	Recuento de Coliformes Fecales	<i>Escherichia coli</i>
1	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C2.R1 Campur Alta Verapaz	< 3 NMP/mL	Ausente
2	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C3.R2 Cahabón Alta Verapaz	< 3 NMP/mL	Ausente
3	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C2.R3 San Pedro Carchá Alta Verapaz	< 3 NMP/mL	Ausente
4	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C2.R4 Dolores Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
5	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C2.R5 Dolores Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
6	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C2.R6 Melchor de Mencos	< 3 NMP/mL	Ausente
7	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C3.R1 Campúr	< 3 NMP/mL	Ausente

Límites RTCA: Coliformes fecales < 3 NMP/mL o g
Escherichia coli: Ausente

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

Continuación del anexo 3.

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>
8	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C1.R2 Cahabón Alta Verapaz	< 3 NMP/mL	Ausente
9	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C2.R3 Carchá Alta Verapaz	< 3 NMP/mL	Ausente
10	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C1.R4 San Luis Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
11	Jabón de tocador Aceite esencial frutos de pimienta	AFC.C1.R5 Dolores Petén	< 3 NMP/mL	Ausente
12	Jabón de tocador Aceite esencial hojas de pimienta	AFC.C1.R6 Melchor de Mencos	< 3 NMP/mL	Ausente

Límites RTCA: Coliformes fecales < 3 NMP/mL o g
***Escherichia coli*: Ausente**

CONCLUSIÓN:

De las muestras recibidas y analizadas en el laboratorio no se aislaron Coliformes fecales ni *Escherichia coli*, por lo que se consideran SATISFACTORIAS.

*Métodos de Referencia: Pharmacopea USP, año 2,016 Límites microbiológicos: RTCA/Reglamento técnico centroamericano

*Prohibida la parcial o total reproducción por el cliente u otra persona, sin la debida autorización escrita por parte del laboratorio **LAFYM**

*Este informe pertenece única y exclusivamente a la muestra descrita, así y como fue recibida en el laboratorio.

Licda. Vera Paredes, QB.
Analista



Licda. Ana E. Rojas García, QB.
Jefera LAFYM

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

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

Fuente: Laboratorio de análisis físicoquímicos y microbiológicos LAFYM

