



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

**FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO
CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE
(*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), A NIVEL LABORATORIO**

Marcela Cristina Hernández Cardona

Asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales
y por el Ing. Mario José Mérida Meré

Guatemala, junio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldt*), A NIVEL LABORATORIO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARCELA CRISTINA HERNÁNDEZ CARDONA

ASESORADO POR LA INGA. TELMA MARICELA CANO MORALES

Y POR EL ING. MARIO JOSÉ MÉRIDA MERÉ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, JUNIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía
EXAMINADORA	Inga. Casta Petrona Zeceña Zeceña
EXAMINADOR	Ing. Jorge Emilio Godínez Lemus
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

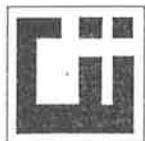
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), A NIVEL LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha octubre de 2012.


Marcela Cristina Hernández Cardona



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Guatemala, 13 de Mayo de 2013

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

Ingeniero Monzón:

Por medio de la presente HACEMOS CONSTAR que hemos revisado y dado nuestra aprobación al informe final del trabajo de graduación **“FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl*), A NIVEL LABORATORIO”**, de la estudiante Marcela Cristina Hernández Cardona quien se identifica con el carné número 2005-17777.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

Ing. Mario José Mérida Meré
Coordinador
Laboratorio de Investigación
de Extractos Vegetales –LIEXVE-
Sección Química Industrial CII / USAC
Asesor

Inga. Telma Maricela Cano Morales
Directora
Centro de Investigaciones de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Asesora





Guatemala, 28 de mayo de 2013
Ref. EIQ.TG-IF.034.2013

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el Acta TG-067-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Marcela Cristina Hernández Cardona.**

Identificada con número de carné: **2005-17777.**

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 Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE LA COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), A NIVEL LABORATORIO

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

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. **Cynthia Patricia Ortiz Quiroa**
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

Guatemala, 28 de mayo de 2013
Ref. EI.Q.TG.151.2013

Señores
Área de Lingüística
Facultad de Ingeniería
Presente,

Estimados Señores

Como consta en el Acta TG-067-2012-IF le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Marcela Cristina Hernández Cardona.**

Identificada con número de carné: **2005-17777.**

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 Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE LA COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldt*), A NIVEL LABORATORIO

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

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



C.c.: archivo

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de
Programas de Arquitectura y de Ingeniería
Periodo 2013 - 2015



El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **MARCELA CRISTINA HERNÁNDEZ CARDONA** titulado: **"FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (Pinus oocarpa Schiede ex Schlttdl), A NIVEL LABORATORIO"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.


Ing. Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



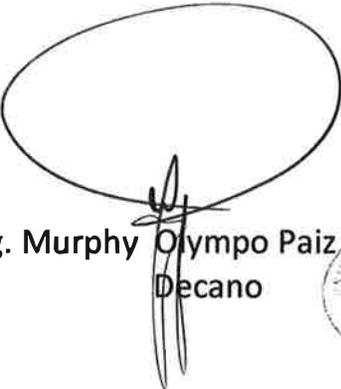
Guatemala, junio 2013

Cc: Archivo
VMMV/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **FORMULACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN JABÓN PARA USO CORPORAL A BASE DE COLOFONIA DE LA RESINA DE PINO OCOTE (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltzl*), A NIVEL LABORATORIO**, presentado por la estudiante universitaria **Marcela Cristina Hernández Cardona**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 26 de junio de 2013

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi guía y fortaleza durante toda mi vida y por permitirme llegar a culminar este logro tan importante.
- Mis padres** Lesbia Cardona y Luis Ángel Hernández, por ser mis modelos a seguir, gracias por su amor, comprensión y ánimo durante mi vida. Este logro también es de ustedes. Los amo.
- Mi hermana** Ana Luisa Hernández, por ser siempre mi amiga y consejera, gracias por tu apoyo durante mi vida.
- Mi abuela** Ester Girón, por llenarme siempre de amor, y estar conmigo en los buenos y malos momentos.
- Mi novio** Rudy Sánchez, por compartir y llenar mi vida de alegrías. Te amo con todo mi corazón.
- Mis amigos** Por todos los buenos momentos que compartimos durante mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

**Ing. César Oswaldo
García Monterroso**

Por compartir sus conocimientos y apoyo durante la realización de mi trabajo de graduación; sinceramente muchas gracias.

Inga. Telma Cano

Por su valiosa asesoría y apoyo durante la elaboración de mi trabajo de graduación.

Ing. Mario Mérida

Por los consejos y ayuda prestada durante la elaboración de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS/HIPÓTESIS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Definición de colofonia.....	5
2.2. Propiedades de la colofonia	5
2.3. Clasificación de las colofonias según el color.....	6
2.4. Clasificación de las colofonias según el tiempo de cristalización	6
2.5. Especie forestal donde se extrajo la resina	7
2.5.1. Descripción del pino ocote.....	7
2.5.2. Aplicaciones.....	8
2.5.3. Distribución	8
2.6. Resina de pino.....	9
2.6.1. Técnicas de extracción de resina	9
2.6.1.1. Método primitivo	9
2.6.1.2. Sistema Hugues	10
2.6.1.3. Método de pica de corteza	11
2.6.1.4. Sistema de recolección de resina.....	13

2.7.	Procesamiento de resina.....	14
2.7.1.	Destilación.....	14
2.7.2.	Almacenamiento.....	14
2.8.	Aplicaciones de la colofonia	15
2.8.1.	Jabón.....	16
2.8.1.1.	Historia del jabón.....	16
2.8.1.2.	Naturaleza química del jabón	17
2.8.1.3.	Grasa de cerdo.....	18
2.8.1.4.	Lejía	19
2.8.1.5.	Aditivos.....	19
2.9.	Caracterización del jabón.....	20
2.9.1.	Análisis de <i>cracking</i>	20
2.9.2.	Análisis de Titer (título de una grasa o aceite)	20
2.9.3.	Análisis de humedad	21
2.9.4.	Análisis de cloruros	21
2.9.5.	Análisis de alcalinidad	21
2.9.6.	Análisis de pH	21
3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
3.1.	Variables	23
3.1.1.	Variables independientes	24
3.1.2.	Variables dependientes	24
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	25
3.3.	Recursos humanos disponibles	26
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	26
3.5.	Técnica cualitativa.....	29
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	32
3.6.1.	Datos originales.....	33

3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información	37
3.7.1.	Procedimiento para la formulación del jabón corporal.....	37
3.7.2.	Procedimiento para el análisis de <i>cracking</i>	45
3.7.3.	Procedimiento para el análisis de Titer	45
3.7.4.	Procedimiento para el análisis de cloruros	48
3.7.5.	Procedimiento para el análisis de humedad	49
3.7.6.	Procedimiento para el análisis de alcalinidad	50
3.7.7.	Procedimiento para el análisis de pH	51
3.7.8.	Muestra de cálculo.....	51
3.7.9.	Datos calculados	56
3.7.9.1.	Determinación de <i>cracking</i>	56
3.7.9.2.	Determinación de Titer	57
3.7.9.3.	Determinación de cloruros.....	58
3.7.9.4.	Determinación de humedad.....	59
3.7.9.5.	Determinación del cambio de volumen (ΔV) utilizado en el análisis de alcalinidad (2 repeticiones)	60
3.7.9.6.	Determinación de alcalinidad.....	61
3.7.9.7.	Determinación de pH.....	62
3.8.	Análisis estadístico	62
3.8.1.	Análisis de varianza.....	64
4.	RESULTADOS	77
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	83
5.1.	Análisis de <i>cracking</i>	83

5.2.	Análisis de Titer.....	84
5.3.	Análisis de cloruros	85
5.4.	Análisis de humedad	85
5.5.	Análisis de alcalinidad	86
5.6.	Análisis de pH	87
CONCLUSIONES.....		89
RECOMENDACIONES		93
BIBLIOGRAFÍA.....		95
APÉNDICES.....		99
ANEXOS.....		109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Pino ocote (<i>Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl</i>).....	7
2.	Técnica de resinación, método primitivo	10
3.	Técnica de resinación, método Hugues.	11
4.	Sistema de extracción de resina, método de pica de corteza	13
5.	Reacción de esterificación	17
6.	Reacción de saponificación.....	18
7.	Diseño general	29
8.	Diagrama de cajas de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer)	65
9.	Diagrama de cajas de la concentración de cloruro de sodio (NaCl).....	67
10.	Diagrama de cajas del porcentaje de humedad	70
11.	Diagrama de cajas del porcentaje de alcalinidad	72
12.	Diagrama de cajas del pH.....	75
13.	Variación de <i>cracking</i> de cada formulación de jabón corporal	77
14.	Variación de Titer de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)	78
15.	Variación de cloruros de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)	79
16.	Variación de humedad de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)	80

17.	Variación de la alcalinidad de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones).....	81
18.	Variación del pH de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones).....	82

TABLAS

I.	Clasificación de las colofonias según el tiempo de cristalización.....	6
II.	Actividades y productos que contienen colofonia.....	15
III.	Definición operacional de las variables, para la formulación de un jabón corporal y su caracterización química.....	23
IV.	Formulación del jabón corporal tomando como base 100 g.....	24
V.	Diseño experimental de las formulación del jabón corporal tomando como base 100 g.....	33
VI.	Análisis de <i>cracking</i> del jabón corporal para las 9 formulaciones.....	34
VII.	Atributos de agrietamiento o <i>cracking</i> del jabón translúcido y opaco, expresado en grados.....	34
VIII.	Análisis de Titer del jabón corporal (2 repeticiones).....	35
IX.	Análisis de cloruros del jabón corporal (2 repeticiones).....	35
X.	Análisis de humedad del jabón corporal (2 repeticiones).....	36
XI.	Volúmenes utilizados para el análisis de alcalinidad (2 repeticiones).....	36
XII.	Análisis de pH del jabón corporal (2 repeticiones).....	37
XIII.	Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.....	55

XIV.	Criterio de aceptación o rechazo con base al análisis de <i>cracking</i>	57
XV.	Determinación de Titer del jabón corporal (2 repeticiones).....	58
XVI.	Determinación de cloruros del jabón corporal (2 repeticiones)....	59
XVII.	Determinación de humedad del jabón corporal (2 repeticiones)	60
XVIII.	Determinación del cambio de volumen utilizado para el análisis de alcalinidad (2 repeticiones)	61
XIX.	Determinación de la alcalinidad del jabón corporal (2 repeticiones)	61
XX.	Determinación del pH del jabón corporal (2 repeticiones)	62
XXI.	Medidas de variabilidad	63
XXII.	Análisis de varianza del ANOVA para un solo factor	63
XXIII.	Resumen del cálculo de la varianza de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.....	65
XXIV.	Resumen de los subconjuntos homogéneos de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.....	66
XXV.	Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.	68
XXVI.	Resumen de los subconjuntos homogéneos del de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo	68

XXVII.	Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.	70
XXVIII.	Resumen de los subconjuntos homogéneos del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo	71
XXIX.	Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de alcalinidad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.	73
XXX.	Resumen de los subconjuntos homogéneos del porcentaje de alcalinidad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo	73
XXXI.	Resumen del cálculo de la varianza del pH del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.	75
XXXII.	Resumen de los subconjuntos homogéneos del pH del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo	76

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
S	Desviación estándar muestral
°C	Grado Celsius
g	Gramo
mL	Mililitro
N	Normalidad
%	Porcentaje
pH	Potencial de hidrógeno
\bar{x}	Promedio

GLOSARIO

Ácido	Cualquier sustancia que, en disolución, incrementa la concentración de iones hidrógeno. En combinación con las bases permite formar sales.
Ácido graso	Cualquiera de los ácidos orgánicos cuya molécula está formada por dos átomos de oxígeno y doble número de átomos de hidrógeno que de carbono.
Aguarrás	Aceite volátil de trementina. Se emplea principalmente en barnices y como medicina.
Alcohol	Cada uno de los compuestos orgánicos que contienen el grupo hidroxilo unido a un radical alifático o alguno de sus derivados. Según el número de hidroxilos que contiene la molécula.
Base	Cada uno de los cuerpos de procedencia orgánica o inorgánica, que tienen la propiedad de combinarse con los ácidos para formar sales.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas; organismo nacional encargado de proporcionar soporte técnico al sector productivo y protección al consumidor, por medio de la normalización.

Colofonia	Resina sólida, producto de la destilación de la trementina. Se emplea en farmacia y sirve para otros usos.
Cristalización	Proceso por el cual a partir de un gas, un líquido o una disolución, los iones, átomos o moléculas establecen enlaces hasta formar una red cristalina, la unidad básica de un cristal.
Densidad	Relación entre la masa y volumen de un cuerpo.
Destilación	Separa por medio del calor, una sustancia volátil de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido.
Éster	Cualquiera de los compuestos químicos que resultan de sustituir átomos de hidrógeno de un ácido inorgánico u orgánico por radicales alcohólicos; pueden ser considerados como sales en las que los átomos metálicos están reemplazados por radicales orgánicos.
Fuste	Parte sólida de los árboles, cubierta por la corteza.
Glicerina	Líquido incoloro, espeso y dulce, que se encuentra en todos los cuerpos grasos, como base de su composición. Químicamente es un alcohol.

Jabón	Pasta que resulta de la combinación de un álcali con los ácidos del aceite u otro cuerpo graso; es soluble en agua y por sus propiedades deterSORIAS sirve comúnmente para lavar.
pH	Indica el grado de acidez o basicidad de una solución; este se mide por la concentración de ion hidrógeno.
Potenciómetro	Instrumento diseñado para medir, controlar y regular el valor del pH.
Resina	Sustancia sólida o de consistencia pastosa, insoluble en el agua, soluble en el alcohol y en los aceites esenciales, y capaz de arder en contacto con el aire. Obteniéndose naturalmente como producto que fluye de varias plantas, y artificialmente por destilación de las trementinas.
Trementina	Jugo casi líquido, pegajoso, odorífero y de sabor picante, que fluye de los pinos, abetos, alerces y terebintos. Se emplea principalmente como disolvente en la industria de pinturas y barnices.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se formuló y caracterizó un jabón corporal a base de colofonia de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), a diferentes niveles de concentraciones, cuyas 9 formulaciones se realizaron variando la concentración de grasa de cerdo, la solución de lejía y la colofonia, tomando como base 100 g del jabón. Obteniéndose 4 observaciones para hacer un total de 36 unidades.

Para la extracción de la colofonia a partir de la resina y la formulación del jabón corporal, se trabajó en el laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE), de la sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se realizaron los análisis físicos y químicos de calidad a las muestras de jabón corporal, siendo estos: análisis de *cracking*, de Titer, de humedad, de cloruros, de alcalinidad, y de pH. Por medio de los resultados obtenidos se determinó que la formulación de jabón corporal que cumple con la mayoría de los estándares de calidad de la norma COGUANOR NGO 30 016 y parámetros del aseguramiento del laboratorio de calidad industria La Popular, es la formulación 9, que contiene 50% de grasa de cerdo, 35% de solución de lejía y 15% de colofonia.

OBJETIVOS

General

Formular y caracterizar un jabón corporal a nivel laboratorio, a base de colofonia de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*).

Específicos

1. Formular un jabón corporal, utilizando la combinación de diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo.
2. Caracterizar fisicoquímicamente las diferentes formulaciones con base en mediciones de los análisis de *cracking*, análisis de Titer, análisis de humedad, de cloruros, alcalinidad y pH.
3. Evaluar la calidad de las diferentes formulaciones del jabón corporal, según la norma COGUANOR NGO 30 016.

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo

Es posible formular y caracterizar un jabón corporal a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), en función de las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Hipótesis de investigación (H_i)

H_{i1} Las propiedades del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*) formulado a nivel laboratorio, sí se ven afectadas por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

H_{i2} La calidad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*) formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Hipótesis nula (H_o)

H_{o1} Las propiedades del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*) formulado a nivel laboratorio, no se ven afectadas por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

H₀₂ La calidad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl*) formulado a nivel laboratorio, no se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

INTRODUCCIÓN

Para este trabajo de investigación se utilizó colofonia obtenida a partir de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), la cual es materia prima guatemalteca, proveniente del municipio de Granados, departamento de Baja Verapaz.

La colofonia, es una resina natural de color ámbar, obtenida de las pináceas. Es insoluble en agua, pero se disuelve bien en la mayoría de grasas y disolventes orgánicos, entre ellos: los alcoholes, éter, benceno, etc. Es muy valorada por sus propiedades químicas y sus usos asociados, por ejemplo, en la producción de barnices, adhesivos, jabones y aditivos alimenticios.

Debido a la gran cantidad de usos que tiene la colofonia se decide realizar la formulación y caracterización de un jabón corporal, que tiene como base colofonia a diferentes concentraciones y componentes como la grasa de cerdo y la solución de lejía. Mediante los análisis físicos y químicos practicados, se determinó la formulación de jabón corporal que cumple mejor con los estándares de calidad.

Para la determinación de la calidad del jabón corporal se utilizaron los siguientes análisis fisicoquímicos: determinación de *cracking*, Titer, cloruros, pH por medio del potenciómetro, determinación de humedad por medio de la balanza de humedad y de alcalinidad. Siendo tabulados y graficados los resultados en los últimos dos capítulos.

1. ANTECEDENTES

En Guatemala se han realizado diversos estudios sobre destilación de la resina para obtener colofonia y así utilizarla como base en la elaboración de productos en la industria medicinal, agroindustria y cosmética. A continuación se enlistan estos estudios:

En 1994, Rodolfo Villalba Farnes presentó su trabajo de graduación: “Desarrollo de un producto adhesivo para una aplicación específica en la industria papelera que utiliza como base una materia prima nacional”, donde se obtuvo como resultado el desarrollo exitoso de este adhesivo a base de colofonia.

En marzo del 2006, Roderico Aníbal Morataya presentó su trabajo de graduación denominado: “Destilación de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*) extraída en el municipio de Granados, Baja Verapaz, para la obtención y caracterización de colofonia (*Rosyn*) a nivel laboratorio”, asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales y por el Ing. For. Msc. José Mario Saravia Molina, donde se obtuvo y caracterizó colofonia, *Rosyn*, a nivel laboratorio a partir de la destilación de la resina de pino ocote, (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), extraída en el municipio de Granados, Baja Verapaz.

En el estudio anterior las muestras de resina se limpiaron de cualquier impureza, a través de un leve calentamiento, drenándolas a través de un tamiz y colectándolas luego en un recipiente plástico. Se le realizaron los siguientes ensayos: gravedad específica, punto de fusión y rendimiento, reportado como porcentaje en peso, así como la dureza.

Se analizaron dos mezclas de resina-agua-aguarrás a diferentes tiempos y repeticiones. La comparación de resultados muestra una diferencia significativa entre ambas, en gravedad específica, punto de fusión y dureza, no así en el rendimiento.

En el 2011, se llevó a cabo el proyecto: “Formulación y caracterización de un barniz fluorado para uso dental a base de colofonia de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), como sustituto de los barnices fluorados comerciales”, que se llevó a cabo en la sección de Química Industrial del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Además, se trabajó en conjunto con la empresa, Distribuidora Atlántida y las organizaciones no gubernamentales: Funcedescrri y Asociación Nahual; teniendo como resultado la formulación de un barniz fluorado para uso dental a base de colofonia de pino ocote.

En enero de 2012, Geraldina Elizabeth García Quiroa, presentó su trabajo de graduación: “Formulación y caracterización química del barniz fluorado para uso dental a base de colofonia de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), variando concentraciones de fluoruro de sodio y etanol a nivel laboratorio”, siendo asesorada por la Inga. Química Telma Maricela Cano Morales y por el Ing. Químico Mario José Mérida Meré, obteniéndose como resultado una formulación para el barniz fluorado a base de colofonia.

En mayo del 2012, Ana Lucrecia González Almengor, presentó su trabajo de graduación: “Obtención y caracterización fisicoquímica de la colofonia de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*) a nivel laboratorio, que cumpla con las especificaciones para la formulación de barnices fluorados”. Siendo asesorada por la Inga. Química Telma Maricela Cano Morales y por el

Ing. Químico Mario José Mérida Meré; donde se concluyó que el barniz obtenido cumplía con las especificaciones para su formulación.

En el ámbito del estudio del jabón se encontraron los siguientes trabajos:

En el 2001, Víctor Herbert de León Morales presentó su trabajo de graduación: “Evaluación preliminar sobre el aprovechamiento de aceites comestibles desechados de proceso de fritura, mediante su caracterización (reciclaje) en la elaboración de jabón”, siendo asesorado por la Inga. Telma Maricela Cano Morales; donde se concluyó por medio de distintas pruebas practicadas al aceite desechado del proceso de fritura, que es factible obtener jabón a partir de este.

En agosto del 2009, Manuela Chaves Jiménez presentó un proyecto denominado: “Preparación e investigación sobre el jabón, champú y otros derivados para el ciclo de formación profesional de grado medio de imagen personal”; en este proyecto se presentan procedimientos experimentales, mediante los cuales se demuestra cómo sustancias tan cotidianas como el jabón de lavar, el jabón de tocador o el champú, se pueden obtener de una forma económica y artesanal, reciclando algunas sustancias. Este proyecto se llevó a cabo en el Centro IES, localidad Ainadamar, provincia de Granada, España.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de colofonia

La colofonia identificada también como resina de colofonia, es un producto natural que se obtiene a partir de varias especies de plantas pináceas y que se presenta en forma de masa resinosa transparente de color ámbar.

Se diferencian tres variedades:

- Colofonias de miera: se obtienen a partir de la secreción oleorresinosa de ciertas especies de pinos vivos de la que, por destilación con arrastre de vapor, se ha separado la fracción volátil, conocida como esencia de trementina o aguarrás.
- Colofonias *tall-oil*: se obtienen por destilación fraccionada del subproducto resultante de la obtención de celulosa para la fabricación de papel.
- Colofonias de madera: se obtienen a partir de troncos de pino cortados y envejecidos. Con ello se eliminan corteza y savia, quedando la parte rica en resinas. La oleorresina se extrae con disolventes alifáticos de bajo punto de ebullición.

2.2. Propiedades de la colofonia

- Punto de fusión bajo

- Sensibilidad a la oxidación
- Acidez elevada
- Tendencia a la cristalización
- Baja viscosidad
- Elevada retención del disolvente

2.3. Clasificación de las colofonias según el color

Se designan por las letras 2A-3A-4A-5A; el grado 5A sería el más claro. A las colofonias con coloraciones más pronunciadas o grados oscuros se les denomina breas; estas son clasificadas de la más clara a la más oscura por las letras X, Y, WW, WG, K, L, M, etc., y con la escala Gardner, de número 1 al 18.

2.4. Clasificación de las colofonias según el tiempo de cristalización

En la tabla I se presenta la clasificación de las colofonias según la calidad y tiempo de cristalización.

Tabla I. **Clasificación de las colofonias según el tiempo de cristalización**

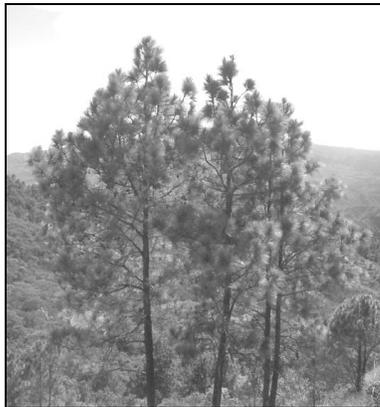
Grado	A	B	C	D	E	F
Tiempo de cristalización	Más de 4 horas	1,5 a 4 horas	1 a 1,5 horas	0,5 a 1 hora	0,25 a 0,5 horas	Menos de 0,25 horas
Calidad	Óptimo	Bueno	Regular	Pasable	Mediocre	Mala

Fuente: ftp://da.montes.upm.es/.../Tema_10._Colofonia.pdf. Consulta: septiembre de 2012.

2.5. Especie forestal donde se extrajo la resina

Pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), cuyo sinónimo es *Pinus oocarpoides Lindley ex Laudon*.

Figura 1. **Pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*)**



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Pinus_oocarpa_Perkin.jpg. Consulta: septiembre de 2012.

2.5.1. Descripción del pino ocote

También conocido como: ocote, pino o pino ocote. Su porte alcanza alturas de 45 m, con fuste recto y cilíndrico. Tiene copa irregular, ramas finas y relativamente ralas, las inferiores horizontales, las superiores más ascendentes. Posee corteza de color rojizo oscuro a grisáceo.

Las hojas en formas de aguja, en grupos de cinco, de 14-25 cm de largo, erguidas, gruesas y ásperas, con bordes finamente aserrados. Las flores son pequeñas, en inflorescencias terminales en la parte superior de la copa, y las masculinas en las ramas inferiores.

Los frutos son conos fuertes y pesados, ovoides a globosos, de color café oscuro, a veces con tintes verdosos, lustrosos, con escamas leñosas, en grupos de dos a tres en las ramas. Las semillas son triangulares, pequeñas (4-7 mm de longitud), color café oscuro.

2.5.2. Aplicaciones

La madera es de gran versatilidad y puede usarse en construcción en general (pisos, paredes, puertas, etc.), cajas, embalajes, decoración, juguetes, artesanías. También se utiliza como leña.

De la resina se obtienen productos como el aguarrás y la colofonia, sustancias que sirven como materia prima para otros productos. También se utiliza para fines medicinales y como ornamental.

2.5.3. Distribución

La especie forma rodales puros en muchos sitios a lo largo de su rango natural, a menudo asociada con robles y otras especies de pino. Se ha encontrado a altitudes desde 200 hasta 2500 msnm, pero alcanza su mejor desarrollo de 600 a 1800 msnm. En su ambiente natural las temperaturas son de 13 a 23 °C y las precipitaciones de 650-2000 mm, con una época seca de 5-6 meses. Es una especie pionera que se adapta a diferentes tipos de suelo, erosionados e infértiles, delgados, arenosos, entre otros.

El pino *ocarpa* se extiende desde México hasta el noreste de Nicaragua. En Guatemala, Honduras, Nicaragua y El Salvador representa la especie dominante de los bosques de pino.

2.6. Resina de pino

Una resina es una sustancia orgánica, amorfa, sólida o semifluida, en general insoluble en agua, y soluble bajo ciertas condiciones, en numerosos disolventes orgánicos (alcoholes, éter, benceno, entre otros), con cierta tendencia a cristalizar.

Las resinas u oleorresinas son secreciones externas del metabolismo de los vegetales, excretadas, sobre todo en las plantas pináceas, a través de canales intercelulares llamados canales resiníferos, cuando se practican incisiones en su corteza. Los canales resiníferos se distribuyen vertical y horizontalmente en el árbol; se entrelazan unos a otros mediante rayos también de naturaleza parenquimatosa de la corteza interna, por la cual transportan los diferentes compuestos del metabolismo de las hojas.

2.6.1. Técnicas de extracción de resina

El fundamento de la resinación se basa en realizar incisiones sobre el tronco del árbol, provocando secreción natural de la resina procedente de los canales resiníferos. A continuación se describen algunas técnicas utilizadas por los resineros:

2.6.1.1. Método primitivo

El método primitivo consiste en realizar incisiones longitudinales lo más amplias y profundas posible en el tronco del pino, la miera se desliza hacia la base del árbol y ahí se recoge en un pequeño hueco, que previamente se ha excavado en el suelo.

Con esta técnica se obtiene un producto de baja calidad, ya que se mezcla con residuos como arena, acículas o restos de corteza.

Figura 2. **Técnica de resinación, método primitivo**



Fuente: www.cesefor.com/descargabiblioteca.asp?codArchivo=594. Consulta: septiembre de 2012.

2.6.1.2. Sistema Hugues

Es un método procedente de Francia. En este método las incisiones se realizan desprendiendo finas láminas de madera de forma longitudinal, sin profundizar demasiado en el tronco, con una herramienta denominada hacha gubia, rubia o azuela, consiguiendo así, que por los canales resiníferos puestos al descubierto fluya la miera. Es necesario un descortezado previo del pino y la miera se recoge luego en recipientes.

Figura 3. **Técnica de resinación, método Hugues**



Fuente: www.cesefor.com/descargabiblioteca.asp?codArchivo=594. Consulta: septiembre de 2012.

2.6.1.3. Método de pica de corteza

Método que con escasas modificaciones se ha venido utilizando hasta la actualidad. Se caracteriza por la realización de las “picas” o incisiones de forma transversal con la escoda y por la aplicación de un estimulante ácido, siempre previo descortezado del pino. Requiere de menos esfuerzo físico pero de bastante pericia y aprendizaje.

El trabajo comienza con la preparación o montaje del pino. Esta fase se inicia quitando la corteza de la zona del tronco que se va a resinar (20 x 80 cm. aprox.), sin llegar a la madera, y quedando lisa la superficie. A esta operación se le conoce como desroñe. Después, en la parte inferior, se realiza una hendidura en la que se introducirá una lámina metálica rectangular, que quedará sujeta al cerrarse la madera sobre ella, y cuya función es conducir la miera que resbala por el tronco hacia un recipiente.

El recipiente queda sujeto entre la grapa y una punta que se clava en el tronco a la altura de la base del recipiente. A continuación se marcan dos líneas, guías que delimitan la anchura a resinar.

Las picas se realizan de forma transversal, desprendiendo una tira de corteza que tendrá la anchura que previamente se marca con el trazador, se pulveriza inmediatamente; después, se agrega una solución de ácido sulfúrico para estimular la secreción, pasando luego a repetir la operación en otro pino cercano, hasta completarlos todos.

Con el paso de los años el estimulante líquido ha sido sustituido por una pasta, cuya función es liberar el ácido con que está impregnada de forma gradual. Estas mejoras permiten que la siguiente pica pueda darse entre 12 y 14 días después, frente al intervalo semanal que permitía el ácido, por lo que es necesario realizar menor número de picas a lo largo de la campaña.

Los resineros realizan esa labor en todos los pinos, y una vez pasado ese intervalo se vuelve a realizar otra pica en el mismo árbol; esta corresponde a la segunda pica, que será por encima de la anterior; volviendo a realizar la incisión y a aplicar el estimulante en cada árbol, hasta completarlos todos.

Al conjunto de picas que se dan en un árbol el mismo año se las denomina entalladura.

Los años siguientes se abren sucesivas entalladuras por encima de la anterior, llegando por regla general a cinco (quinquenio).

Los trabajos de resinación en cada árbol se realizan normalmente durante 25 años.

Figura 4. **Sistema de extracción de resina, método de pica de corteza**



Fuente: www.cesefor.com/descargabiblioteca.asp?codArchivo=594. Consulta: septiembre de 2012.

2.6.1.4. Sistema de recolección de resina

Hay dos temporadas de recolección al año. La mejor es durante la época seca, los meses de marzo a junio, debido a que los recolectores pueden desplazarse con mayor facilidad dentro del bosque, lo que implica un mayor volumen de resina recogida.

En época lluviosa (agosto a noviembre), además de que el traslado se complica por el deterioro de los caminos, la resina, por tener menor densidad que el agua, se pierde debido a que se escurre de los contenedores del suelo.

En promedio, un pino resinero produce un kilogramo de resina al mes, esta cantidad puede variar dependiendo del número de cortes verticales, llamados “caras”, que se realizan en el tronco para que la resina escurra. Según el diámetro del tronco pueden abrirse de una a cuatro caras.

2.7. Procesamiento de resina

Una vez recolectada la resina, esta viene con una serie de impurezas como tierra, hojas de los árboles e insectos; para retirarlos se lleva a cabo un calentamiento para posteriormente filtrarlo (se utilizan diferentes tamaños de tamices). Después se procede a obtener la colofonia por medio de la destilación.

2.7.1. Destilación

Proceso que consiste en calentar un líquido, hasta que sus componentes más volátiles pasan a la fase de vapor y, a continuación, enfriar el vapor para recuperar dichos componentes en forma líquida por medio de la condensación. El objetivo principal de la destilación, es separar una mezcla de varios componentes, aprovechando sus distintas volatilidades; o bien separar los materiales volátiles de los no volátiles.

La finalidad principal de la destilación es obtener el componente más volátil en forma pura. Ejemplo: eliminación del agua del alcohol evaporando el alcohol. Si la diferencia en volatilidad (y por tanto en punto de ebullición) entre los dos componentes es grande, puede realizarse fácilmente la separación completa en una destilación individual.

2.7.2. Almacenamiento

Una vez obtenida la colofonia se debe almacenar en envases de vidrio a temperatura ambiente, con suficiente ventilación, alejado de las fuentes de calor y la luz solar directa.

También se debe mantener lejos de agentes oxidantes y de materiales que sean fuertemente ácidos o alcalinos, esto de acuerdo con el estudio técnico “Evaluación y mejoras al sistema de procesamiento de resina en el municipio de Santa Cruz, El Chol, Baja Verapaz” realizado por ICAITI.

2.8. Aplicaciones de la colofonia

Las aplicaciones de la colofonia son variadas y entre ellas se destaca el uso en adhesivos, cola para papel, tintas, barnices, resinas sintéticas, desproporcionadas, hidrogenadas y oxidadas, tejidos, industria de goma, elaboración de cremas y jabones (ver tabla II).

Tabla II. **Actividades y productos que contienen colofonia**

Actividades	Productos que tienen colofonia
Medicina	Pañales para niños y adultos y productos de higiene Matrices de medicamentos Productos dentarios Líquidos anti verrugas Bolsas de colostomía Vestidos quirúrgicos de papel Productos veterinarios
Cosmética	Laca de uñas, pintura de labios, productos capilares Jabones para la limpieza corporal
Agricultura	Productos para el tratamientos de bosques y laca para la madera
Industria en general	Tintas de imprenta, Colas y adhesivos, Selladores en general. Papel Ambientadores Velas perfumadas Lacas de barnices y pinturas
Actividades artísticas y deportivas	Cubos de colofonia para trocar los arcos de violín Polvos antiderrapantes para distintos deportes

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a_783/752.pdf. Consulta: septiembre de 2012.

2.8.1. Jabón

El jabón es considerado un producto que le acompaña todos los días en el cuidado de la piel, higienizándola y cuidando de mejorar su apariencia; ha ido tomando a lo largo de la historia diferentes formas y variedades, una vez que se ha conocido cómo actúa sobre los distintos tipos de piel, que en algunos casos, puede producir irritaciones. La mayoría de los jabones se hacen con sebos de grasa animal, ya que tienen mayor duración y su precio es muy accesible, pero presentan la desventaja de secar la piel y en ocasiones producir irritaciones y molestias. De todas formas, se han diversificado los estilos de jabones según la característica propia de cada piel y las necesidades.

2.8.1.1. Historia del jabón

Existen documentos que mencionan el uso de muchos materiales jabonosos y agentes limpiadores desde la antigüedad. En el siglo I d.C., el historiador romano Plinio el Viejo describió las diversas formas de jabones duros y blandos que contenían colorantes, conocidos como *rutilandis capillis*, que utilizaban las mujeres para limpiar sus cabellos y teñirlos de colores brillantes.

La producción de jabón era común en Italia y España durante el siglo VIII. En esta época se desarrolló un método para la fabricación del jabón, utilizando aceite de oliva en lugar de las grasas animales.

En 1783, el químico sueco Carl Wilhelm Scheele simuló de forma accidental la reacción que se produce hoy en el proceso de fabricación del jabón, donde se origina una sustancia de sabor dulce que él denominó *Ölsüs*, pero que hoy se conoce como glicerina.

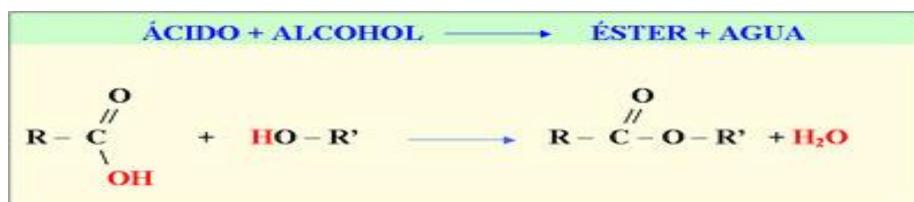
Este descubrimiento de Scheele permitió al químico francés Michel Chevreul investigar la naturaleza química de las grasas y los aceites que se usan en el jabón. Chevreul descubrió en 1823 que las grasas simples no se combinan con el álcali para formar jabón, sino que se descomponen antes para formar ácidos grasos y glicerina.

Las ventajas que aporta el jabón natural son fundamentalmente un tratamiento más suave para la piel y su biodegradabilidad. La ventaja que aporta la elaboración propia del jabón es la elección de las materias primas y de algunos aditivos como los aromas, siendo las esencias naturales la mejor fuente aromática, ya que además tienen propiedades terapéuticas.

2.8.1.2. Naturaleza química del jabón

El jabón químicamente es un éster formado por la reacción de una molécula de un ácido graso con una molécula de hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH). A esta reacción de formación de un éster se le denomina reacción de esterificación. La reacción de esterificación para el caso concreto de la obtención de jabón se denomina saponificación. La reacción de esterificación queda de la siguiente forma:

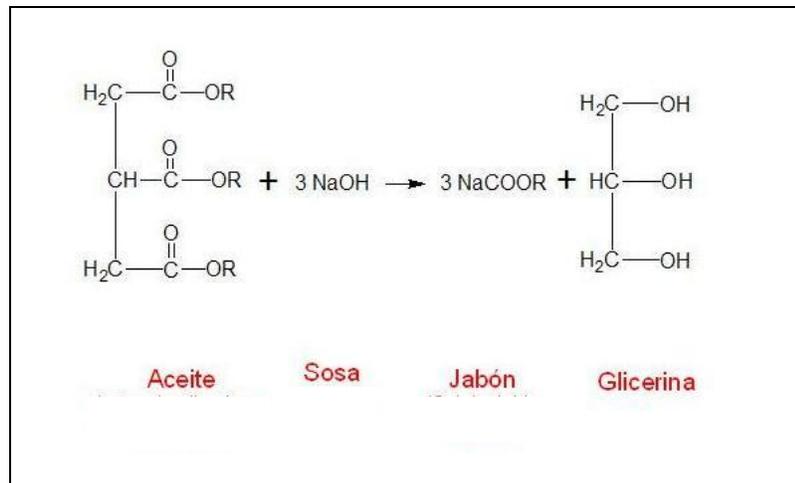
Figura 5. Reacción de esterificación



Fuente: http://wiki-tareas-de-biologia.wikispaces.com/24.Biomol%C3%A9culas+principales_%C3%ADpidos. Consulta: mayo de 2013.

Y la reacción de saponificación queda de la siguiente forma:

Figura 6. **Reacción de saponificación**



Fuente: <http://cienciapampa.wordpress.com/el-jabon-ese-amigo-desconocido/>. Consulta: septiembre de 2012.

2.8.1.3. **Grasa de cerdo**

La grasa de cerdo se obtiene a partir de la grasa refinada de los cerdos.

Las categorías superiores de la grasa de cerdo son comestibles; las más bajas, no comestibles. Para elaborar jabón se utilizan ambos tipos. La mejor grasa de cerdo se obtiene de la grasa que rodea los riñones y tiene un olor suave; es clara. La grasa de cerdo comestible se utiliza para elaborar jabones, de gran calidad, del tipo destinado para el cuidado de la piel. Ya que su contenido en ácidos grasos libres es mucho menor que en el caso de la grasa de cerdo no comestible, se evita añadir conservantes químicos.

La grasa de cerdo produce una espuma duradera y añade propiedades, ya que es suavizante y limpia en profundidad.

2.8.1.4. Lejía

Para la producción de jabón se utiliza el hidróxido de sodio, también llamado lejía o sosa cáustica. Esta produce jabones duros. El hidróxido de sodio (NaOH) es extremadamente higroscópico: con la humedad atmosférica, una pequeña escama aumentará rápidamente de volumen y se convertirá en una gran gota.

2.8.1.5. Aditivos

Se entiende por aditivos a sustancias que se incorporan al jabón en el proceso de la reacción química de sus componentes, que le confieren al jabón unas características deseadas. Por ejemplo:

- Aromas y aceites esenciales: se le añaden a la masa que está reaccionando, para que el producto final tenga un aroma determinado.
- Colorantes: se le añaden a la masa que está reaccionando, para que el producto final tenga un color determinado.
- Azúcar: con la incorporación del azúcar y después de mezclarla bien con la masa reaccionante, se pretende conseguir un producto final que tenga un efecto exfoliante, para la eliminación de células muertas en la superficie de la piel y el consiguiente efecto beneficioso sobre esta última. También produce una mayor cantidad de espuma (burbujas de mayor tamaño).

2.9. Caracterización del jabón

Los análisis que se le van a realizar al jabón para la medición de su calidad son los siguientes:

- Análisis de *cracking*
- Análisis de Titer
- Análisis de humedad
- Análisis de cloruros
- Análisis de alcalinidad
- Análisis de pH

2.9.1. Análisis de *cracking*

El *cracking* es un análisis que indica las fisuras que presenta un jabón luego de ser sumergido en agua y puesto a secar al ambiente durante 24 y 72 horas; el mismo es evaluado según el grado de severidad de las grietas, observando y evaluando cada una, transcurrido el tiempo que requiere el ensayo.

2.9.2. Análisis de Titer (título de una grasa o aceite)

El título del sebo crudo es un factor importante para determinar la calidad del sebo y la dureza del jabón que este producirá. El título se define como el punto de solidificación de los ácidos grasos contenidos en el sebo, expresado en grados Celsius. Una grasa cuyo título excede los 40 °C, se clasifica como sebo, y hasta 40 °C, se considera como grasa. El contenido de humedad, materia insoluble y materia insaponificable, es material que no produce jabón.

El sebo de alto título produce jabones duros y el de título bajo, jabones blandos.

2.9.3. Análisis de humedad

La humedad es un indicador de cuando el jabón se disuelve con más facilidad, lo que ocasiona un bajo rendimiento del mismo. El resultado se reporta en términos de contenido de humedad en porcentaje.

2.9.4. Análisis de cloruros

El análisis de cloruros se realiza para determinar la concentración de cloruro de sodio (NaCl) en diferentes muestras, el resultado se reporta en porcentaje de concentración de cloruro de sodio.

2.9.5. Análisis de alcalinidad

Al presentar el jabón una alcalinidad reportada con signo negativo (-), esto provoca un efecto positivo para el jabón, debido a que lo hace menos agresivo al someterlo al contacto con la piel. El no cumplir con esta prueba puede provocar efectos sobre la estabilidad del producto, como el cambio de color y descomposición, que es el resultado de la oxidación de los ácidos grasos.

2.9.6. Análisis de pH

Para saber si un jabón es apto para su uso, debemos medir antes su pH. Un jabón bien realizado tiene que tener un pH neutro (aproximadamente entre 6 y 7).

Es decir, la sosa debe haber neutralizado todos los ácidos grasos de las grasas y por tanto existir un equilibrio entre ácidos y bases, o sea, un estado neutro. El pH se medirá por medio de un potenciómetro.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

Las variables del presente estudio de investigación, se dividen en independientes y dependientes, la destilación como sistema genera las variables independientes a temperatura y presión constantes.

Tabla III. **Definición operacional de las variables, para la formulación de un jabón corporal y su caracterización química**

No.	Variables	Fórmula química	Factor potencial de diseño		Factores perturbadores	
			Constante	Variable	Controlables	No controlables
Análisis de la formulación del jabón corporal						
1	Solución de lejía	NaOH/agua destilada		X	X	
2	Grasa de cerdo			X	X	
3	Colofonia	-----		X	X	
4	Volumen total de mezcla	-----	X		X	
5	Análisis de <i>cracking</i>					X
6	Análisis de <i>Titer</i>					X
7	Análisis de humedad					X
8	Análisis de cloruros					X
9	Análisis de alcalinidad					X
10	Análisis de pH					X

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Variables Independientes

Composición de la formulación del jabón corporal, con tres diferentes concentraciones de grasa de cerdo y solución de lejía a base de colofonia.

Tabla IV. **Formulación del jabón corporal tomando como base 100 g**

Formulación	(% Base 100 g)		
	Grasa de cerdo	Solución de lejía	Colofonia
1	40	55	5
2	40	50	10
3	40	45	15
4	45	50	5
5	45	45	10
6	45	40	15
7	50	45	5
8	50	40	10
9	50	35	15

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables dependientes

- Análisis de *cracking*: se medirán las fisuras que presenta el jabón, luego de ser sumergido en agua y puesto a secar en un ambiente; es evaluado según el grado de severidad de las grietas.
- Análisis de Titer: el título es el punto de solidificación de los ácidos grasos insolubles. Se utilizará un termómetro de precisión, graduado en 1/10 o 1/15 de grado hasta 70 °C. Los resultados se reportarán en grados Celsius.

- Análisis de humedad: se medirá la facilidad con que el jabón se disuelve, se reportará en términos de contenido de humedad en porcentaje.
- Análisis de cloruros: se calcula la fracción de masa de cloruro de sodio (NaCl) o de cloruro de potasio (KCl), en porcentaje, según lo indique el carácter del jabón.
- Análisis de alcalinidad: se medirá la agresividad del jabón al ponerlo en contacto con la piel. Se reportará en porcentaje de alcalinidad.
- Análisis de pH: diluyendo una parte mínima del jabón en agua destilada (debe estar en su punto de ebullición el agua destilada), luego se dejará enfriar hasta obtener un rango de temperatura de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$; se tomará la muestra, y se obtendrá una lectura por medio del potenciómetro.

3.2. Delimitación del campo de estudio

- Campo de estudio: tecnología de los cosméticos para higiene personal.
- Área de investigación: creación de nuevos productos.
- Línea de investigación: extracciones industriales.
- Proceso: formulación de un jabón para uso corporal a base de colofonia de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), a escala laboratorio.
- Clima: temperatura ambiente.

- Ubicación: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE) sección de Química Industrial, Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3. Recursos humanos disponibles

- Investigadora: Marcela Cristina Hernández Cardona.
- Asesora: Inga. Telma Maricela Cano Morales. (Colegiado 433)
- Asesor: Ing. Mario José Mérida Meré. (Colegiado 1411)
- Apoyo técnico: Ing. César Oswaldo García Monterroso (Jefe de control de calidad área III, industria La Popular).

3.4. Recursos materiales disponibles

Son todos los recursos que se utilizaron para elaborar y caracterizar las formulaciones del jabón corporal.

- Cristalería
 - *Beackers*
 - Probetas
 - Vidrios de reloj
 - Pipetas
 - Agitador magnético
 - *Erlenmeyer*
 - Espátula

- Embudo
- Termómetro de 0,1 °C
- Tubos de ensayo
- Recipientes de plástico

- Equipo
 - Plancha de calentamiento y agitación
 - Marca: CORNING
 - No. Serie: 420504195081
 - Modelo: PC-420
 - Voltaje: 120 V
 - Frecuencia: 60 Hz
 - Potencia: 698 W
 - Hecha en Estados Unidos

 - Balanza analítica
 - Marca: BOECO
 - Modelo: BBL31
 - Voltaje: 10-20 V
 - Frecuencia: 48-60 Hz
 - Máxima capacidad: 210 g
 - Lectura mínima: 0,0001 g
 - Hecha en Alemania

 - Campana de extracción
 - Marca: Serproma
 - Voltaje: 110 V
 - Potencia: 900 Watts

- Horno secador al vacío VWR International
 - Marca: Sheldon Manufacturing, Inc.
 - Modelo: 1 415 M
 - Número de serie: 1201101
 - Temperatura: 5 °C sobre la temperatura ambiente hasta 325 °C
 - Tensión: 120 V
 - Frecuencia: 60 Hz
 - Corriente: 4 A

- Potenciómetro
 - Marca: hanna instruments
 - Rango: 0.0 – 14.0 pH
 - Resolución: 0.1 pH
 - Precisión: +/- 0.1 pH a 20°
 - Compensación automática de temperatura (de 0 a +50°)

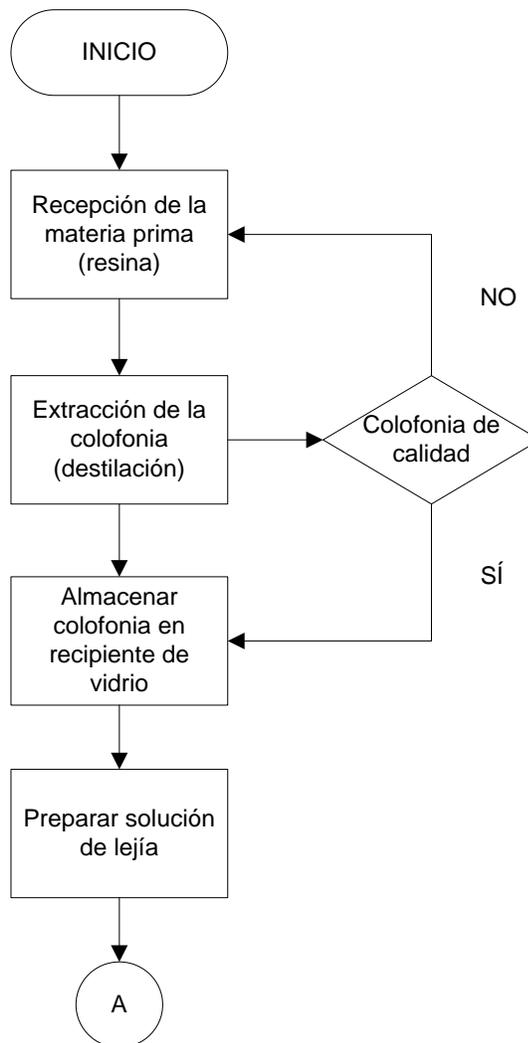
- Materia prima y reactivos
 - Colofonia obtenida de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*)
 - Grasa de cerdo
 - Solución de lejía
 - Agua desmineralizada
 - Etanol al 90% y al 95%
 - Azúcar
 - Ácido clorhídrico 0,1N
 - Ácido sulfúrico al 30%
 - Cromato de potasio al 5%

- Nitrato de plata 0,1N
- Nitrato de magnesio al 15%

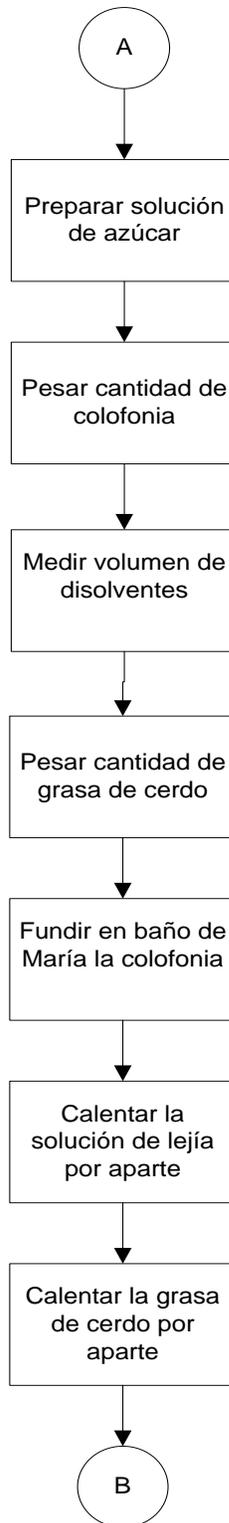
3.5. Técnica cualitativa

Es una explicación secuencial y ordenada del proceso de elaboración de las formulaciones del jabón corporal.

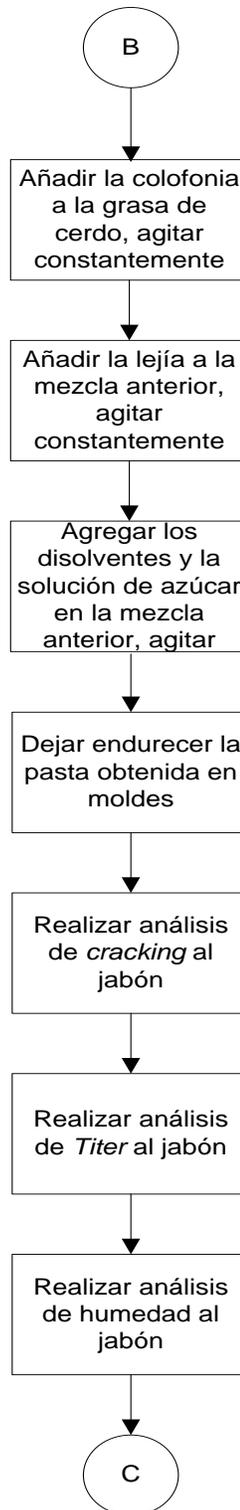
Figura 7. Diseño general



Continuación de figura 7.



Continuación de figura 7.



Continuación de figura 7.



Fuente: elaboración propia.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

La recolección de muestra, resina de pino ocote, se hizo en el municipio de Granados, Baja Verapaz. La obtención y caracterización fisicoquímica de la colofonia a partir de la resina de pino de ocote se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales de la Sección de Química Industrial del Centro de Investigaciones de Ingeniería, edificio T-5 de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

La colofonia utilizada, se obtuvo del proceso de destilación de una mezcla de agua – aguarrás – resina; 20% - 5,71% - 74,29%, respectivamente.

El proceso consistió en la mezcla de grasa de cerdo, solución de lejía y colofonia, realizando variaciones para su composición, obteniendo con esto 9 formulaciones diferentes de jabones corporales de base 100 g, con 4 repeticiones cada una, haciendo un total de 36 jabones (ver tabla V).

Tabla V. **Diseño experimental de las formulaciones del jabón corporal tomando como base 100 g**

Formulación	(%) Base 100 g		
	Grasa de cerdo	Solución de lejía	Colofonia
1	40	55	5
2	40	50	10
3	40	45	15
4	45	50	5
5	45	45	10
6	45	40	15
7	50	45	5
8	50	40	10
9	50	35	15

Fuente: elaboración propia.

3.6.1. Datos originales

Durante la elaboración experimental y caracterización del jabón corporal a base de colofonia, se obtuvieron los datos que se presentan a continuación.

- Análisis de *cracking*: se sumergieron las formulaciones de jabón corporal en agua desmineralizada y después de dejarlas secar, se analizó el

grado de las grietas resultantes, con base en la tabla VII. Los datos se presentan en la tabla VI.

Tabla VI. **Análisis de *cracking* del jabón corporal para las 9 formulaciones**

Formulación	Grado de fisura
1	7
2	7
3	4
4	3
5	6
6	4
7	5
8	6
9	3

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

Tabla VII. **Atributos de agrietamiento o *cracking* del jabón translúcido y opaco, expresado en grados**

Grado	Forma de plancha	Criterio
0	Sin grietas.	Aceptación
1	Grieta fina en el extremo (del grosor de un cabello).	
2	Varias grietas pequeñas en el extremo.	
3	Grietas anchas en el extremo.	Rechazo
4	Grietas anchas en el extremo y en las uniones.	
5	Grietas anchas y profundas en el extremos y en las uniones.	
6	Uniones abiertas y grietas finas.	
7	Uniones abiertas y grietas en el extremo.	

Fuente: criterios de calidad, según laboratorio de aseguramiento de calidad, La Popular.

- Análisis de Titer: las muestras que se analizaron, se acidificaron; luego se lavaron con agua desmineralizada y se secaron en el horno, midiéndoles la temperatura.

Tabla VIII. **Análisis de Titer del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	T (°C)	
	Repeticion 1	Repeticion 2
1	43,10	43,20
2	43,40	43,20
3	43,10	43,20
4	43,20	43,30
5	43,40	43,40
6	43,50	43,40
7	43,40	43,50
8	43,60	43,50
9	43,70	43,70

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

- Análisis de cloruros: se realizó por medio de una titulación, obteniéndose el volumen de titulante necesario para realizar el viraje de color amarillo a rojo ladrillo.

Tabla IX. **Análisis de cloruros del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	Repeticion 1		Repeticion 2	
	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)
1	13,00	3,00	13,35	3,15
2	18,25	2,90	13,88	2,70
3	19,10	2,00	18,90	2,65
4	17,00	2,00	16,85	2,80
5	33,00	4,00	32,50	3,80
6	27,00	3,07	27,00	4,00
7	29,00	4,00	27,50	3,50
8	22,00	2,00	22,10	2,20
9	19,00	1,90	19,95	3,75

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

- Análisis de humedad: se colocó la muestra en la balanza de humedad y se obtuvieron los siguientes datos (ver tabla X).

Tabla X. **Análisis de humedad del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	Humedad (%)	
	Repeticón 1	Repeticón 2
1	13,11	13,14
2	13,33	13,36
3	13,25	13,22
4	14,73	14,86
5	14,69	14,71
6	14,21	14,59
7	14,25	14,28
8	15,10	15,82
9	15,60	15,10

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

- Análisis de alcalinidad: se realizó por medio de titulación, obteniéndose el volumen de titulante necesario para realizar el viraje de color fucsia a transparente.

Tabla XI. **Volúmenes utilizados para el análisis de alcalinidad (2 repeticiones)**

Formulación	Repeticón 1		Repeticón 2	
	V _o (mL)	V _f (mL)	V _o (mL)	V _f (mL)
1		1,50		1,80
2	1,50	3,50	1,80	4,00
3	3,50	11,10	4,00	5,50
4	11,10	14,70	5,50	7,50
5	14,70	16,10	7,50	8,00
6	16,10	18,60	8,00	8,60
7	18,80	21,30	8,60	9,00
8	21,30	23,30	9,00	9,30
9	23,30	26,40	9,30	9,50

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

- Análisis de pH: se midió el pH mediante un potenciómetro y los datos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XII. **Análisis de pH del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	Repeticion 1	Repeticion 2
	pH	pH
1	7,10	7,00
2	6,10	6,00
3	6,40	6,60
4	6,30	6,50
5	6,10	6,00
6	6,70	6,30
7	6,50	6,20
8	6,80	7,00
9	6,70	6,90

Fuente: elaboración propia, con base en datos experimentales.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Son todos los datos obtenidos a partir de los resultados experimentales al realizar las formulaciones de jabón corporal y se organizan en tablas para su comprensión y análisis.

3.7.1. Procedimiento para la formulación del jabón corporal

Consistió en la elaboración de nueve diferentes formulaciones del jabón corporal, con sus cuatro respectivas observaciones. El procedimiento es el siguiente:

- Base: 100 g de jabón corporal, 5% de colofonia, 40% de grasa de cerdo y 55% de solución de lejía;

- Pesar 5 g de colofonia;
 - Pesar 55 g de solución de lejía;
 - Pesar 40 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 10% de colofonia, 40% de grasa de cerdo y 50% de solución de lejía;
 - Pesar 10 g de colofonia;
 - Pesar 50 g de solución de lejía;
 - Pesar 40 g de grasa de cerdo;

- En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 15% de colofonia, 40% de grasa de cerdo y 45% de solución de lejía;
 - Pesar 15 g de colofonia;
 - Pesar 55 g de solución de lejía;
 - Pesar 45 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;

- Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 5% de colofonia, 45% de grasa de cerdo y 50% de solución de lejía;
 - Pesar 5 g de colofonia;
 - Pesar 50 g de solución de lejía;
 - Pesar 45 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;

- Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 10% de colofonia, 45% de grasa de cerdo y 50% de solución de lejía;
 - Pesar 5 g de colofonia;
 - Pesar 50 g de solución de lejía;
 - Pesar 45 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 15% de colofonia, 45% de grasa de cerdo y 40% de solución de lejía;
 - Pesar 10 g de colofonia;

- Pesar 55 g de solución de lejía;
 - Pesar 40 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 5% de colofonia, 50% de grasa de cerdo y 45% de solución de lejía;
 - Pesar 5 g de colofonia;
 - Pesar 45 g de solución de lejía;
 - Pesar 50 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;

- Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 10% de colofonia, 50% de grasa de cerdo y 40% de solución de lejía;
 - Pesar 10 g de colofonia;
 - Pesar 40 g de solución de lejía;
 - Pesar 50 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;

- Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
- Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.
- Base: 100 g de jabón corporal. 15% de colofonia, 50% de grasa de cerdo y 35% de solución de lejía;
 - Pesar 5 g de colofonia;
 - Pesar 55 g de solución de lejía;
 - Pesar 40 g de grasa de cerdo;
 - En un beacker de 150 mL fundir la colofonia colocado en baño de María;
 - Calentar la grasa de cerdo en un beacker de 600 mL hasta obtener una grasa líquida;
 - Añadir la colofonia, remover de la plancha de calentamiento y agregar la lejía;
 - Mezclar contantemente, desde el comienzo de la elaboración hasta terminar el empaste;
 - Colocar la pasta en moldes hasta endurecer.

3.7.2. Procedimiento para el análisis de *cracking*

El procedimiento para el análisis de *cracking* es el siguiente:

- Llenar una bandeja de aluminio con agua a 20 °C. Sumergir la pastilla totalmente en la bandeja.
- La pastilla debe permanecer 2 horas sumergida. Pasadas las 2 horas colocar la muestra a secar.
- Una vez seca la pastilla, determinar de acuerdo con los atributos de agrietamiento o *cracking*, según tabla No. VII.

3.7.3. Procedimiento para el análisis de Titer

Antes de realizar el análisis de Titer preparar una solución de ácido sulfúrico al 30%; el procedimiento es el siguiente: en una probeta de 100 mL, agregar 70 mL de agua destilada y 16,30 mL de ácido sulfúrico al 97%; agitar por 3 minutos. Luego de obtener la solución mencionada anteriormente, proceder de la siguiente manera:

- Raspar con la espátula la parte interior del trozo del jabón partido por la mitad y para obtener partes pequeñas de jabón;
- Pesar 50 g de la muestra de jabón y colocar en un *beacker* de 600 mL;

- Agregar 200 mL de agua destilada y colocar el *beacker* en la estufa; agitar constantemente durante el calentamiento y esperar hasta que la muestra se disuelva por completo;
- Agregar 25 mL de ácido sulfúrico al 30% para que precipiten los ácidos grasos de la muestra;
- Agitar la muestra hasta obtener dos capas diferentes;
- Tomar una pipeta volumétrica y extraer la parte inferior (acuosa) teniendo cuidado de no incluir la parte superior (ácidos grasos);
- Calentar en un matraz 1 000 mL de agua destilada hasta la ebullición;
- A los ácidos grasos presentes en el *beacker*, agregar 150 mL de agua destilada, luego realizar varios lavados hasta que el agua tenga un pH neutro;
- Extraer toda el agua a la muestra, tomar un papel filtro colocar en un *beacker* de 150 mL, filtrar la muestra de ácidos grasos;
- Recibir el filtrado en un *beacker* de 150 mL completamente seco y poner al horno durante 45 minutos;
- Colocar en un tubo de ensayo los ácidos grasos obtenidos completamente secos;

- Introducir un termómetro escala 0,1 °C dentro del tubo de ensayo y con una varilla de agitación, agitar de arriba hacia abajo hasta lograr que la temperatura se mantenga constante.

- Solución de cromato de potasio al 5%: el procedimiento es el siguiente:
 - En un *beacker* de 250 mL, se agregar 5 g de cromato de potasio grado reactivo;

 - Colocar el *beacker* sobre la plancha de calentamiento y agregar 50 mL de agua destilada, agitar la solución hasta que se disuelva la muestra;

 - Transferir la solución disuelta a un balón de aforo de 100 mL, aforar con agua destilada y agitar por 5 minutos.

- Solución de nitrato de plata 0,1 N: el procedimiento es el siguiente:
 - En un *beacker* de 250 mL agregar 1,6987 g de nitrato de plata;

 - Agregar 50 mL de agua destilada, agitar la solución hasta que la muestra se disuelva;

 - Transferir la solución disuelta a un balón de aforo de 100 mL; aforar con agua destilada y agitar por 5 minutos.

- Solución de nitrato de magnesio 15%: el procedimiento es el siguiente:

- En un *beacker* de 250 mL, agregar 75 g de nitrato de magnesio grado reactivo;
- Colocar el *beacker* sobre la plancha de calentamiento y agregar 50 mL de agua destilada; agitar la solución hasta que se disuelva;
- Transferir la solución disuelta a un balón de aforo de 100 mL; aforar con agua destilada y agitar por 5 minutos.
- Tapar la solución.

3.7.4. Procedimiento para el análisis de cloruros

El procedimiento para el análisis de cloruros es el siguiente:

- Raspar con la espátula la parte interior del trozo de jabón partido por la mitad, para obtener partes pequeñas de jabón;
- Pesar 2 g de la muestra de jabón y colocar en un *erlenmeyer* de 250 mL; luego agregar 50 mL de agua destilada;
- Colocar el *erlenmeyer* en la plancha de calentamiento y dentro del mismo el agitador magnético, para lograr una agitación constante durante el calentamiento, esperar hasta que la muestra de jabón se disuelva por completo;
- Agregar 10 mL de nitrato de magnesio al 15% para hacer precipitar el jabón presente en la solución;

- Colocar papel filtro en un embudo y proceder a filtrar al vacío hasta obtener una solución transparente;
- Agregar 5 gotas de indicador de cromato de potasio al 5%;
- Llenar una bureta de 25 mL con la solución de nitrato de plata 0,1 N, luego tomar lectura del volumen inicial;
- Titular la solución muestra, con el nitrato de plata 0,1 N hasta obtener el viraje de color amarillo a rojo ladrillo; tomar lectura del volumen final.

3.7.5. Procedimiento para el análisis de humedad

El procedimiento realizado para el análisis de humedad es el siguiente:

- Cortar y homogenizar el tamaño de muestra;
- Colocar la muestra en la balanza de humedad BOECO;
- Esperar el tiempo programado y reportar el resultado en términos de contenido de humedad en porcentaje.
- Solución de ácido clorhídrico 0,1 N: el procedimiento es el siguiente:
 - Agregar 100 mL de agua destilada en un balón aforado de 250 mL;
 - Agregar 2,1 mL de ácido clorhídrico concentrado, aforar con agua destilada;

- Homogeneizar la solución.

3.7.6. Procedimiento para el análisis de alcalinidad

El procedimiento para el análisis de alcalinidad es el siguiente:

- Pesar 1 g de la muestra de jabón a analizar y agregar 50 mL de alcohol etílico al 95%;
- Colocar en la plancha de calentamiento esperar hasta que se disuelva la muestra;
- Titular con ácido clorhídrico 0,1 N. Tomar nota del el volumen inicial y final.
- Solución de jabón al 5%: el procedimiento es el siguiente:
 - Agregar 30 mL de agua destilada en un *beacker* de 150 mL;
 - Agregar 2,5 g de jabón, colocar en la plancha de calentamiento hasta que se disuelva;
 - Transferir la preparación anterior a un balón aforado de 50 mL, aforar con agua destilada.
 - Agitar la solución durante 3 minutos.
 - Tapar la solución.

3.7.7. Procedimiento para el análisis de pH

El procedimiento para el análisis de pH es el siguiente: medir el pH por medio del potenciómetro a la solución de jabón del 5% y tomar nota de los valores obtenidos.

3.7.8. Muestra de cálculo

Indica las fórmulas que se utilizaron para la obtención de los resultados, a partir de los datos obtenidos en el laboratorio, al realizar las formulaciones del jabón corporal.

Para la determinación de los cloruros (concentración de cloruro de sodio) se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ concentración de cloruro} = \frac{(V_1 - V_2) * N * 0,0585}{W_A} * 100 \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

V_1 = volumen de nitrato de plata utilizado en la titulación de la muestra (mL)

V_2 = 0,2 cloruros del agua destilada (mL)

N = normalidad del nitrato de plata (equivalentes-g de nitrato de plata/ litro de solución)

W_A = peso de la muestra como alícuota (g)

0,0585 = g/mili equivalentes de cloruro de sodio

Ejemplo: la concentración de cloruro de sodio para la formulación uno, repetición uno, es:

$$\% \text{ cloruros} = \frac{(13 \text{ mL} - 3 \text{ mL}) * 0,1 \text{ N} * 0,0585 \frac{\text{g}}{\text{miliequivalente}} \text{ de NaCl}}{1 \text{ g}} = 0,059 \%$$

Los datos para las otras formulaciones y repeticiones se encuentran en la sección de datos calculados.

Para la determinación del cambio de volumen de HCl 0,1 N se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta V = V_f - V_o \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

ΔV = volumen de HCl utilizado para la titulación (mL)

V_f = volumen final de HCl (mL)

V_o = volumen inicial de HCl (mL)

Ejemplo: la diferencia de volumen de HCl utilizado para la titulación de la formulación uno, repetición uno, es:

$$\Delta V = 1,5 \text{ mL} - 0 \text{ mL} = 1,5 \text{ mL}$$

Los datos para las otras formulaciones y repeticiones se encuentran en la sección de datos calculados.

Para la determinación de la alcalinidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de alcalinidad} = \frac{\Delta V * N * 4,0}{W} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

ΔV = volumen de HCl utilizado para la titulación (mL)

4,0 = factor

N = normalidad del HCl (equivalentes-g de HCl/ litro de solución)

W = peso de la muestra (g)

Ejemplo: la alcalinidad para la formulación uno, repetición uno, es:

$$\% \text{ de alcalinidad} = \frac{1,5 \text{ mL} * 0,1 \text{ N} * 4}{1 \text{ g}} = 0,6 \%$$

Los datos para las otras formulaciones y repeticiones se encuentran en la sección de datos calculados.

Para la determinación del análisis de varianza se realizó lo siguiente:

- Hipótesis nula: las propiedades del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), formulado a nivel laboratorio, no se ven afectadas por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.
- Hipótesis alternativa: las propiedades del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*),

formulado a nivel laboratorio, sí se ven afectadas por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Ejemplo: en el caso del análisis de humedad obtenido, el análisis de varianza fue el siguiente:

- Hipótesis nula: el porcentaje de humedad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.
- Hipótesis alternativa: el porcentaje de humedad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Nivel de significancia

$$\alpha = 0,05$$

Grados de libertad

$$GI = k - 1$$

$$GI = 9 - 1 = 8$$

Donde:

GI = Grados de libertad

k = Número de muestras

Gran media (\bar{x})

La gran media de todos los elementos de todas las muestras se calcula con la siguiente ecuación.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} X_i + \sum_{i=1}^{n_2} X_i + \dots + \sum_{i=1}^k X_i}{\sum_{i=1}^k n_i}$$

Donde:

X_i = Elementos

Con 8 grados de libertad, media cuadrática 1,573 en el numerador y 0,052 en el denominador, al 0,05 de significancia, el estadístico crítico (F_c) = 30,320 (ver tabla XIII).

Tabla XIII. **Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Origen	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	12,582	8	1,573	30,320	0,000
Error	0,467	9	0,052		
Total corregida	13,049	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Resultado: basado en medias observadas, usando un tamaño muestral de la media armónica $N=2$, mostrando las medias de los grupos de subgrupos homogéneos y un nivel de significancia menor a $\alpha = 0,05$, se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión: el porcentaje de humedad del jabón corporal obtenido a partir de colofonia de resina de pino ocote, formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Los resultados obtenidos para los otros análisis se encuentran en la sección de análisis estadístico.

3.7.9. Datos calculados

Son los que se obtienen a partir del desarrollo de las fórmulas planteadas en la sección muestra de cálculo, y los datos obtenidos directamente de los equipos utilizados en el laboratorio.

3.7.9.1. Determinación de *cracking*

La determinación de *cracking* se realizó sumergiendo las muestras en agua destilada a 20 °C por dos horas, luego se observaron las grietas resultantes. Los datos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XIV. **Criterio de aceptación o rechazo con base en el análisis de *cracking***

Formulación	Grado de fisura	Criterio	
		Aceptación	Rechazo
1	7		x
2	7		x
3	4		x
4	3		x
5	6		x
6	4		x
7	5		x
8	6		x
9	3		x

Fuente: elaboración propia.

3.7.9.2. **Determinación de Titer**

La determinación de Titer se llevó a cabo mediante la acidificación de los ácidos grasos presentes, luego neutralizándolos por medio de agua destilada y secándolos en el horno. Tomando la temperatura de solidificación. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla XV.

Tabla XV. **Determinación de Titer del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	T (°C)				Criterios de calidad según laboratorio de aseguramiento de calidad La Popular
	Repetición 1	Repetición 2	\bar{x}	Desviación estándar	
1	43,10	43,20	43,15	± 0,080532	45 ± 2 °C
2	43,40	43,20	43,30	± 0,027499	45 ± 2 °C
3	43,10	43,20	43,15	± 0,080532	45 ± 2 °C
4	43,20	43,30	43,25	± 0,045176	45 ± 2 °C
5	43,40	43,40	43,40	± 0,007857	45 ± 2 °C
6	43,50	43,40	43,45	± 0,025534	45 ± 2 °C
7	43,40	43,50	43,45	± 0,025534	45 ± 2 °C
8	43,60	43,50	43,55	± 0,060890	45 ± 2 °C
9	43,70	43,70	43,70	± 0,113923	45 ± 2 °C

Fuente: elaboración propia.

3.7.9.3. Determinación de cloruros

La determinación de cloruros se realizó por medio de la titulación, utilizando cromato de potasio como indicador y nitrato de plata 0,1 N como titulante. Los datos calculados se encuentran en la tabla XVI.

Tabla XVI. **Determinación de cloruros del jabón corporal
(2 repeticiones)**

Formulación	Repetición 1			Repetición 2			\bar{X} (%)	Desviación estándar	Parámetros permisibles según Norma COGUANOR NGO 30 016
	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	%w NaCl	V ₁ (mL)	V ₂ (mL)	%w NaCl			
1	13,00	3,00	0,059	13,35	3,15	0,062	0,0603	± 0,017265	± 0,8 %
2	18,25	2,90	0,090	13,88	2,70	0,065	0,0774	± 0,011255	± 0,8 %
3	19,10	2,00	0,100	18,90	2,65	0,095	0,0975	± 0,004184	± 0,8 %
4	17,00	2,00	0,088	16,85	2,80	0,082	0,0849	± 0,008603	± 0,8 %
5	33,00	4,00	0,170	32,50	3,80	0,168	0,1688	± 0,021095	± 0,8 %
6	27,00	3,07	0,140	27,00	4,00	0,135	0,1375	± 0,009958	± 0,8 %
7	29,00	4,00	0,146	27,50	3,50	0,140	0,1431	± 0,011903	± 0,8 %
8	22,00	2,00	0,117	22,10	2,20	0,116	0,1165	± 0,002534	± 0,8 %
9	19,00	1,90	0,100	19,95	3,75	0,095	0,0975	± 0,004184	± 0,8 %

Fuente: elaboración propia, con base en muestra de cálculo.

3.7.9.4. **Determinación de humedad**

La determinación de la humedad se realizó colocando 1 g de muestra dentro de la balanza de humedad y anotando los datos proporcionados por el equipo. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla XVII.

Tabla XVII. **Determinación de humedad del jabón corporal
(2 repeticiones)**

Formulación	Humedad (%)				Especificaciones según norma COGUANOR NGO 30 016
	Repetición 1	Repetición 2	\bar{X}	Desviación estándar	
1	13,11	13,14	13,13	± 0,414443	15 ± 2 %
2	13,33	13,36	13,35	± 0,336661	15 ± 2 %
3	13,25	13,22	13,24	± 0,375552	15 ± 2 %
4	14,73	14,86	14,80	± 0,175991	15 ± 2 %
5	14,69	14,71	14,70	± 0,142403	15 ± 2 %
6	14,21	14,59	14,40	± 0,036337	15 ± 2 %
7	14,25	14,28	14,27	± 0,011392	15 ± 2 %
8	15,10	15,82	15,46	± 0,411104	15 ± 2 %
9	15,60	15,10	15,35	± 0,372213	15 ± 2 %

Fuente: elaboración propia.

3.7.9.5. **Determinación del cambio de volumen (ΔV) utilizado en el análisis de alcalinidad (2 repeticiones)**

La determinación del cambio de volumen utilizado para la titulación se realizó anotando el volumen inicial y final del HCl 0,1 N, que se consumió. Los datos calculados se encuentran en la tabla XVII.

Tabla XVIII. **Determinación del cambio de volumen utilizado para el análisis de alcalinidad (2 repeticiones)**

Formulación	Repetición 1			Repetición 2		
	V _o (mL)	V _f (mL)	ΔV (mL)	V _o (mL)	V _f (mL)	ΔV (mL)
1		1,50	1,50		1,80	1,50
2	1,50	3,50	2,00	1,80	4,00	2,20
3	3,50	11,10	7,60	4,00	5,50	1,50
4	11,10	14,70	3,60	5,50	7,50	2,00
5	14,70	16,10	1,40	7,50	8,00	0,50
6	16,10	18,60	2,50	8,00	8,60	0,60
7	18,80	21,30	2,50	8,60	9,00	0,40
8	21,30	23,30	2,00	9,00	9,30	0,30
9	23,30	26,40	3,10	9,30	9,50	0,20

Fuente: elaboración propia, con base en muestra de cálculo.

3.7.9.6. Determinación de la alcalinidad

La determinación de la alcalinidad se realizó mediante la titulación utilizando fenolftaleína como indicador y HCl 0,1 N como titulante. Los datos calculados se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla XIX. **Determinación de la alcalinidad del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	Alcalinidad (%)				Parámetros permisibles según norma COGUANOR NGO 30 016
	Repetición 1	Repetición 2	\bar{X}	Desviación estándar	
1	0,60	0,60	0,60	± 0,065997	± 0,30 %
2	0,80	0,88	0,84	± 0,018856	± 0,30 %
3	3,04	0,60	1,82	± 0,365339	± 0,30 %
4	1,44	0,80	1,12	± 0,117851	± 0,30 %
5	0,56	0,20	0,38	± 0,143778	± 0,30 %
6	1,00	0,24	0,62	± 0,058926	± 0,30 %
7	1,00	0,16	0,58	± 0,073068	± 0,30 %
8	0,80	0,12	0,46	± 0,115494	± 0,30 %
9	1,24	0,08	0,66	± 0,044783	± 0,30 %

Fuente: elaboración propia, con base en muestra de cálculo.

3.7.9.7. Determinación del pH

La determinación del pH se realizó directamente con los datos que proporcionó el potenciómetro. Los datos obtenidos se encuentran en la tabla siguiente:

Tabla XX. **Determinación del pH del jabón corporal (2 repeticiones)**

Formulación	pH				Criterios de calidad según laboratorio de aseguramiento de calidad La Popular
	Repetición 1	Repetición 2	\bar{X}	Desviación estándar	
1	7,10	7,00	7,05	± 0,190526	Valor de pH entre 6 y 7
2	6,10	6,00	6,05	± 0,163027	Valor de pH entre 6 y 7
3	6,40	6,60	6,50	± 0,003928	Valor de pH entre 6 y 7
4	6,30	6,50	6,40	± 0,039284	Valor de pH entre 6 y 7
5	6,10	6,00	6,05	± 0,163027	Valor de pH entre 6 y 7
6	6,70	6,30	6,50	± 0,003928	Valor de pH entre 6 y 7
7	6,50	6,20	6,35	± 0,056961	Valor de pH entre 6 y 7
8	6,80	7,00	6,90	± 0,137493	Valor de pH entre 6 y 7
9	6,70	6,90	6,80	± 0,102138	Valor de pH entre 6 y 7

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis estadístico

Es una técnica estadística que permitirá verificar si se aprueba o rechaza la hipótesis, es decir si existe variación en las propiedades y en la calidad entre los jabones formulados. Según el teorema de identidad de la suma de cuadrados, se obtienen tres medidas importantes de variabilidad (ver tabla XXI y tabla XXII).

Tabla XXI. **Medidas de variabilidad**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F _o
Entre los tratamientos	$SSA = \sum_{i=1}^a (y_i - \bar{y}_{..})^2$	a-1	MS _{tratamientos}	$F_o = \frac{MS_{\text{tratamientos}}}{MS_E}$
Error entre los tratamientos	$SS_E = SS_T - SS_{\text{Tratamientos}}$	N-a	MS _E	
Total	$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{...})^2$	N-1		

Fuente: MONTGOMERY, Douglas. Diseño y análisis de experimentos. p.70.

Tabla XXII. **Análisis de varianza del ANOVA para un solo factor**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	f calculada
Tratamientos	SSA	k-1	$S^2_1 = \frac{SSA}{k-1}$	$\frac{S^2_1}{S^2_2}$
Error	SSE	k(n-1)	$S^2_2 = \frac{SSE}{k(n-1)}$	
Total	SST	kn-1		

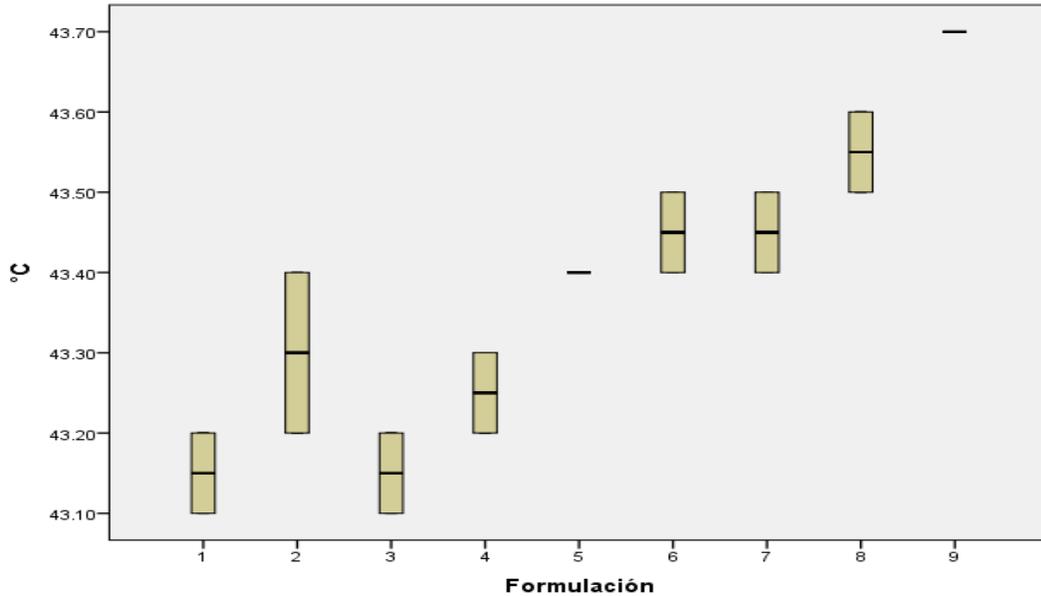
Fuente: WALPOLE, Ronald. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. p. 516.

El factor de Fisher se obtendrá de la tabla de Fisher con nivel de significancia de 0,05. Si la f calculada es mayor a la f teórica, se aceptará la hipótesis planteada; o en su caso si p valor o significancia de la f calculada es menor al nivel de significancia de 0,05, se aceptará la hipótesis planteada.

3.8.1. Análisis de varianza

- Análisis de Titer
 - Hipótesis nula: la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, no se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.
 - Hipótesis alternativa: la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Figura 8. **Diagrama de cajas de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer)**



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXIII. **Resumen del cálculo de la varianza de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	0,541	8	0,068	12,175	0,001
Error	0,050	9	0,006		
Total corregida	0,591	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXIV. **Resumen de los subconjuntos homogéneos de la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05			
		1	2	3	4
1	2	43,1500			
3	2	43,1500			
4	2	43,2500	43,2500		
2	2	43,3000	43,3000	43,3000	
5	2	43,4000	43,4000	43,4000	
6	2		43,4500	43,4500	43,4500
7	2		43,4500	43,4500	43,4500
8	2			43,5500	43,5500
9	2				43,7000
Significancia		0,113	0,272	0,113	0,113

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Resultado: rechazar la hipótesis nula.

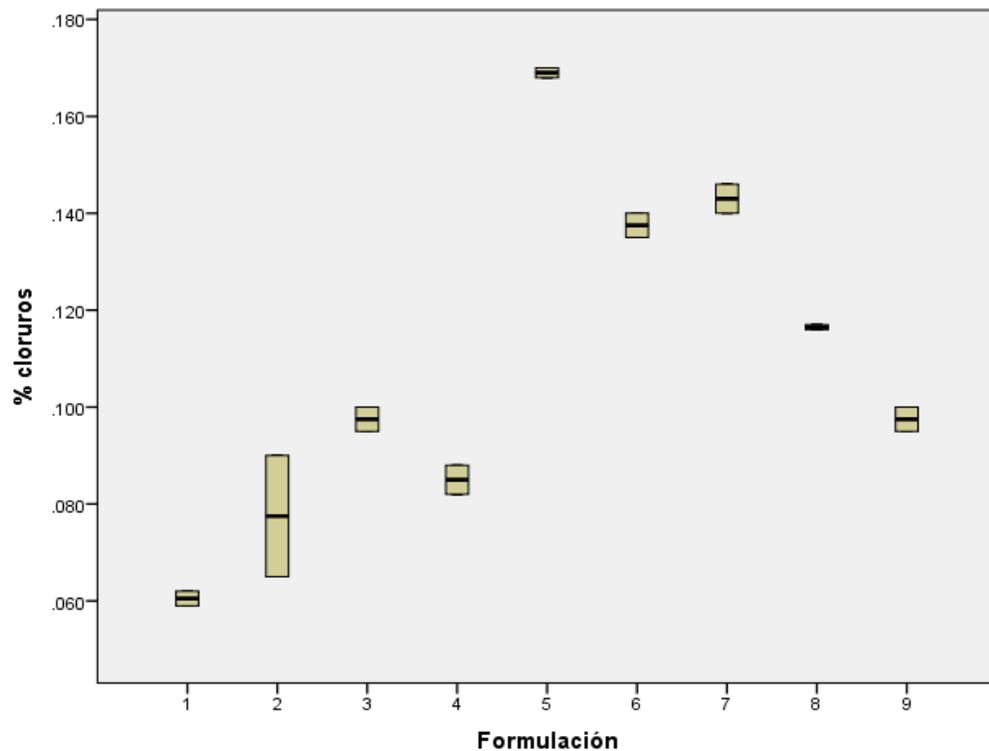
Conclusión: la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer) del jabón corporal, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo; es distintivo a un nivel de confianza del 95%.

- Análisis de cloruros
 - Hipótesis nula: la concentración de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino

ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, no se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

- Hipótesis alternativa: la concentración de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Figura 9. **Diagrama de cajas de la concentración de cloruro de sodio (NaCl)**



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXV. **Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Origen	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	0,020	8	0,002	56,156	0,000
Error	0,000	9	0,000		
Total	0,020	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXVI. **Resumen de los subconjuntos homogéneos del porcentaje de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05					
		1	2	3	4	5	6
1	2	0,06050					
2	2	0,07750	0,07750				
4	2	0,08500	0,08500				
3	2		0,09750	0,09750			
9	2		0,09750	0,09750			
8	2			0,11650	0,11650		
6	2				0,13750	0,13750	
7	2					0,14300	0,14300
5	2						0,16900
Significancia		0,070	0,175	0,213	0,143	0,992	0,051

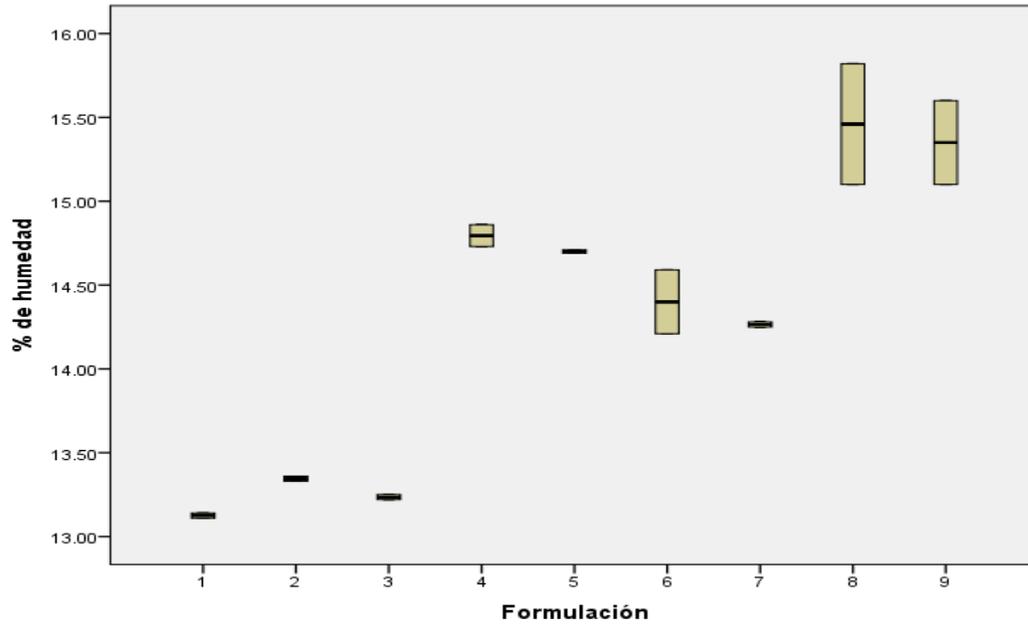
Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Resultado: rechazar la hipótesis nula.

Conclusión: la concentración de cloruro de sodio (NaCl) del jabón corporal, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo; es distintivo a un nivel de confianza del 95%.

- Análisis de humedad
 - Hipótesis nula: el porcentaje de humedad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltzl*), formulado a nivel laboratorio, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.
 - Hipótesis alternativa: el porcentaje de humedad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltzl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Figura 10. Diagrama de cajas del porcentaje de humedad



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXVII. Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo

Origen	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	12,582	8	1,573	30,320	0,000
Error	0,467	9	0,052		
Total corregida	13,049	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXVIII. **Resumen de los subconjuntos homogéneos del porcentaje de humedad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
1	2	13,1250		
3	2	13,2350		
2	2	13,3450		
7	2		14,2650	
6	2		14,4000	
5	2		14,7000	14,7000
4	2		14,7950	14,7950
9	2			15,3500
8	2			15,4600
Significancia		0,981	0,413	0,116

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Resultado: rechazar la hipótesis nula.

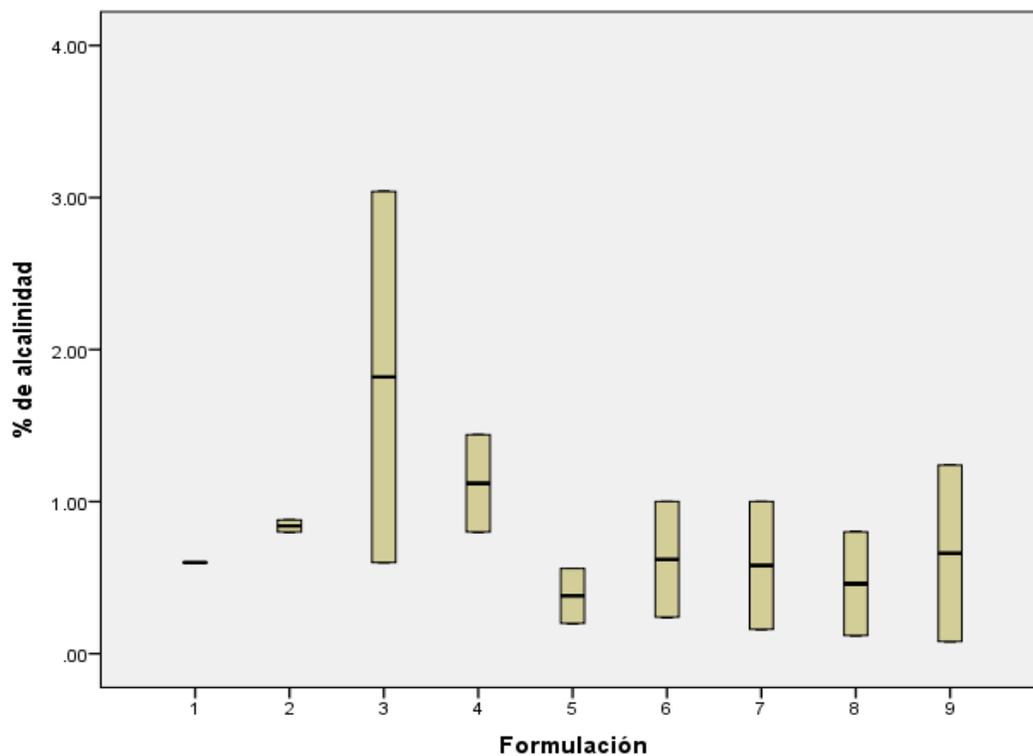
Conclusión: el porcentaje de humedad de los jabones corporales, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo; es distintivo a un nivel de confianza del 95%.

- Análisis de alcalinidad
 - Hipótesis nula: el porcentaje de alcalinidad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schldl*), formulado a nivel laboratorio, no se

ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

- Hipótesis alternativa: el porcentaje de alcalinidad del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schlttdl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Figura 11. **Diagrama de cajas del porcentaje de alcalinidad**



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXIX. **Resumen del cálculo de la varianza del porcentaje de alcalinidad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Origen	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	3,150	8	0,394	0,739	0,660
Error	4,795	9	0,533		
Total corregido	7,946	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXX. **Resumen de los subconjuntos homogéneos del porcentaje de alcalinidad del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05
		1
5	2	0,3800
8	2	0,4600
7	2	0,5800
1	2	0,6000
6	2	0,6200
9	2	0,6600
2	2	0,8400
4	2	1,1200
3	2	1,8200
Significancia		0,591

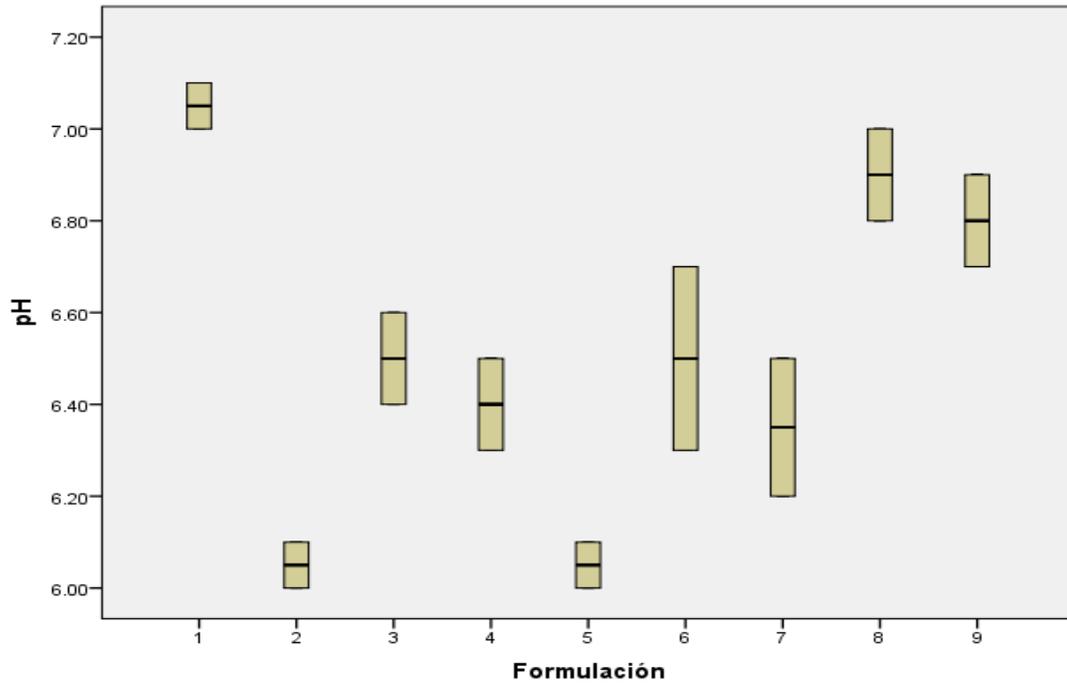
Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Resultado: se acepta la hipótesis nula.

Conclusión: el porcentaje de alcalinidad del jabón corporal, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo; es igual a un nivel de confianza del 95%.

- Análisis de pH
 - Hipótesis nula: el pH del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), formulado a nivel laboratorio, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.
 - Hipótesis alternativa: el pH del jabón corporal obtenido a base de colofonia de resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl*), formulado a nivel laboratorio, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo.

Figura 12. Diagrama de cajas del pH



Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXXI. Resumen del cálculo de la varianza del pH del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Significancia
Formulación	1,978	8	0,247	10,114	0,001
Error	0,220	9	0,024		
Total	2,198	17			

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

Tabla XXXII. **Resumen de los subconjuntos homogéneos del pH del jabón corporal, a diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo**

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
2	2	6,0500		
5	2	6,0500		
7	2	6,3500	6,3500	
4	2	6,4000	6,4000	
3	2	6,5000	6,5000	6,5000
6	2	6,5000	6,5000	6,5000
9	2		6,8000	6,8000
8	2		6,9000	6,9000
1	2			7,0500
Significancia		0,212	0,091	0,091

Fuente: elaboración propia, con base en datos calculados.

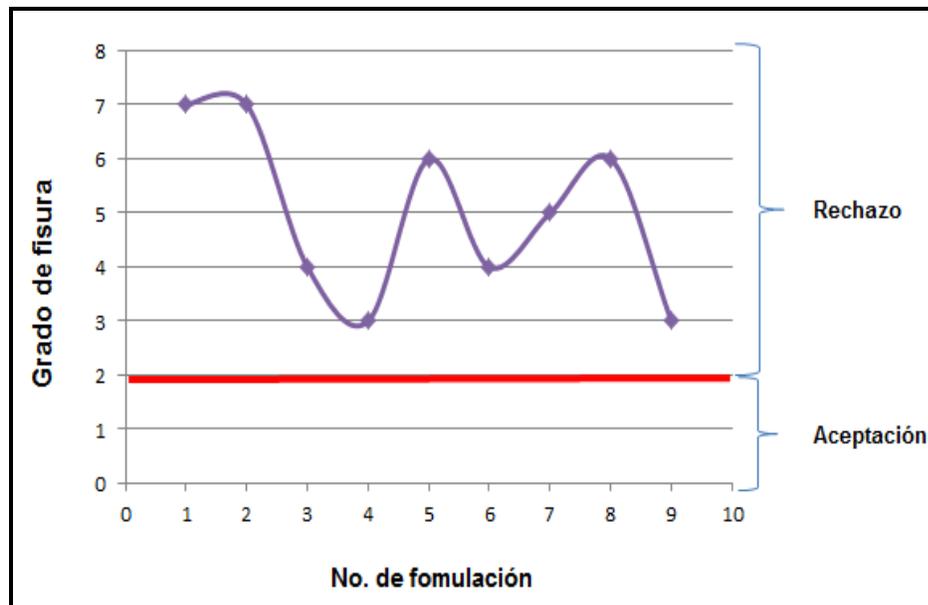
Resultado: rechazar la hipótesis nula.

Conclusión: el pH del jabón, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo; es distintivo a un nivel de confianza del 95%.

4. RESULTADOS

- Análisis de *cracking*: los datos obtenidos correspondientes al análisis de *cracking* para las 9 formulaciones de jabón corporal se mostraron en la tabla XIV; dicha información se tabuló y graficó para observar su comportamiento (ver figura 13).

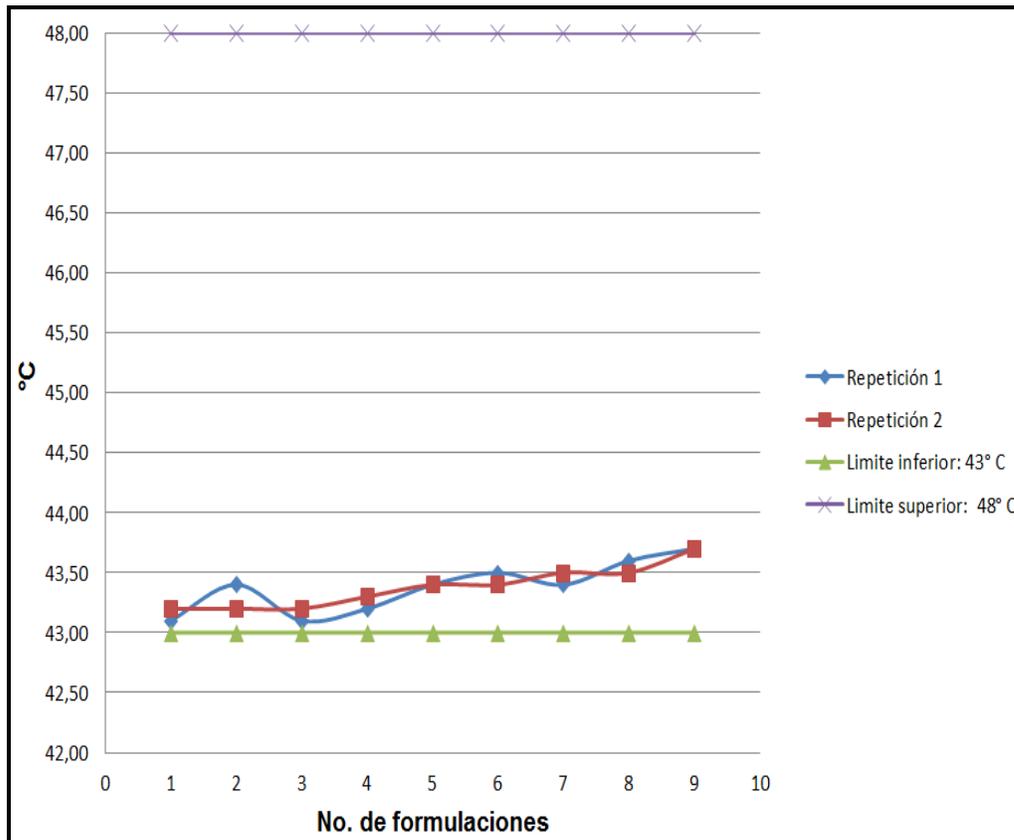
Figura 13. Variación de *cracking* de cada formulación de jabón corporal



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de Titer: los datos obtenidos del análisis de Titer de las formulaciones del jabón corporal se mostraron en la tabla XV y se ordenaron gráficamente para observar su comportamiento (ver figura 14).

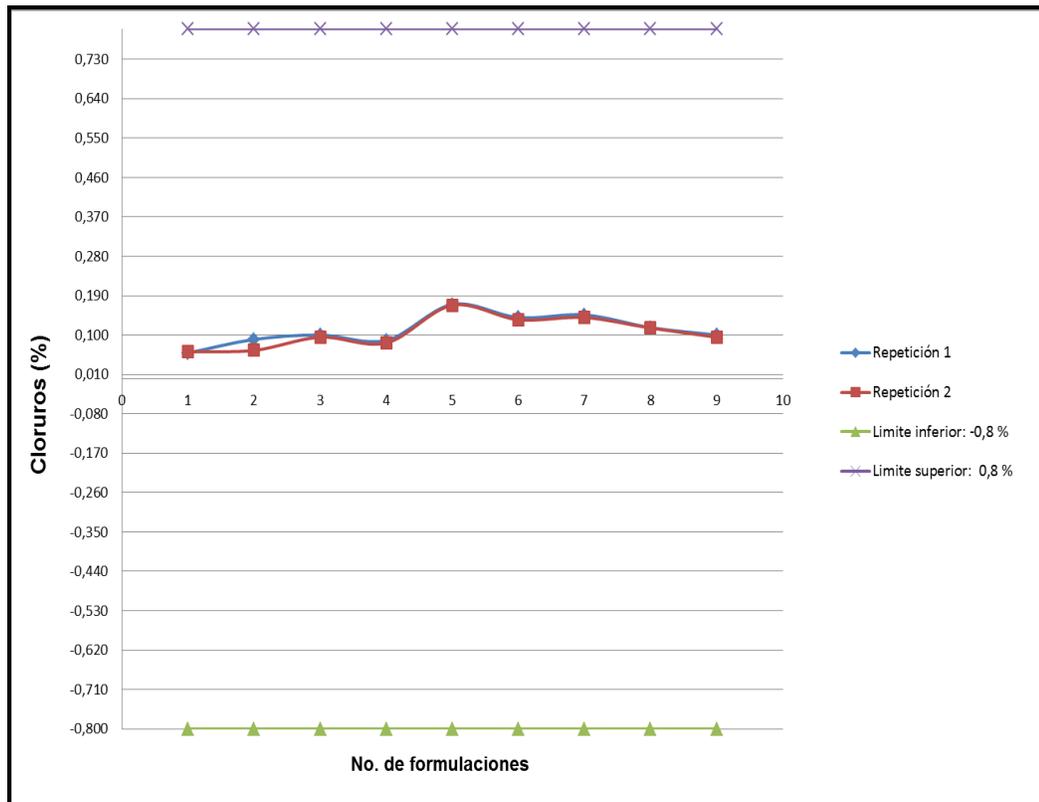
Figura 14. Variación de Titer de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de cloruros: los datos obtenidos del análisis de cloruros de las formulaciones del jabón corporal se mostraron en la tabla XVI y se ordenaron gráficamente para observar su comportamiento (ver figura 15).

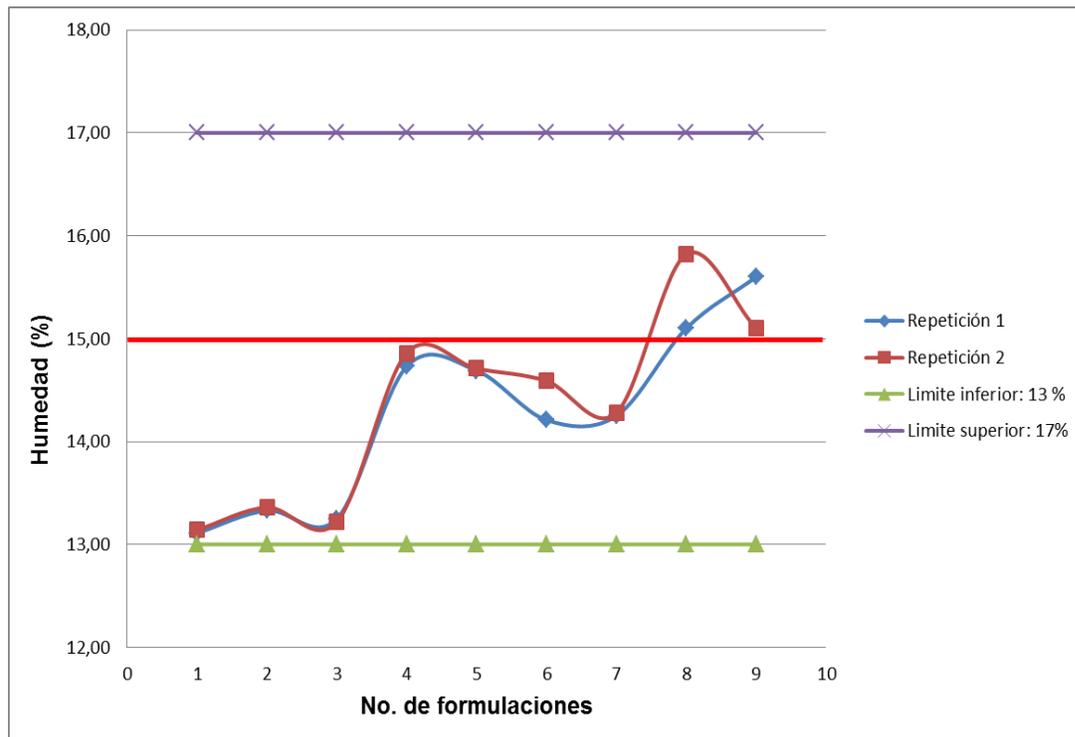
Figura 15. Variación de cloruros de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)



Fuente: elaboración propia, basado en datos calculados.

- Análisis de humedad: los datos obtenidos del análisis de humedad de las formulaciones del jabón corporal se mostraron en la tabla XVII y se ordenaron gráficamente para observar su comportamiento (ver figura 16).

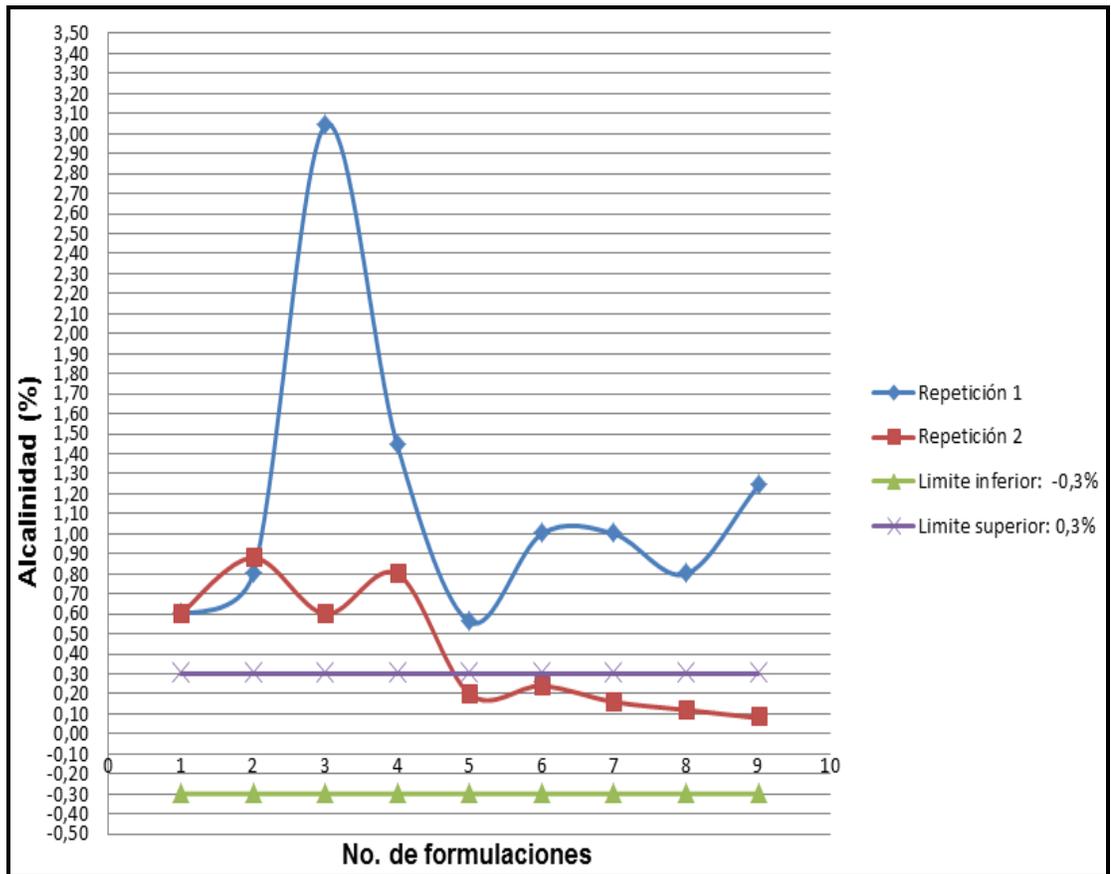
Figura 16. **Variación de humedad de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)**



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de alcalinidad: los datos obtenidos del análisis de alcalinidad de las formulaciones del jabón corporal se mostraron en la tabla XIX y se ordenaron gráficamente para observar su comportamiento (ver figura 17).

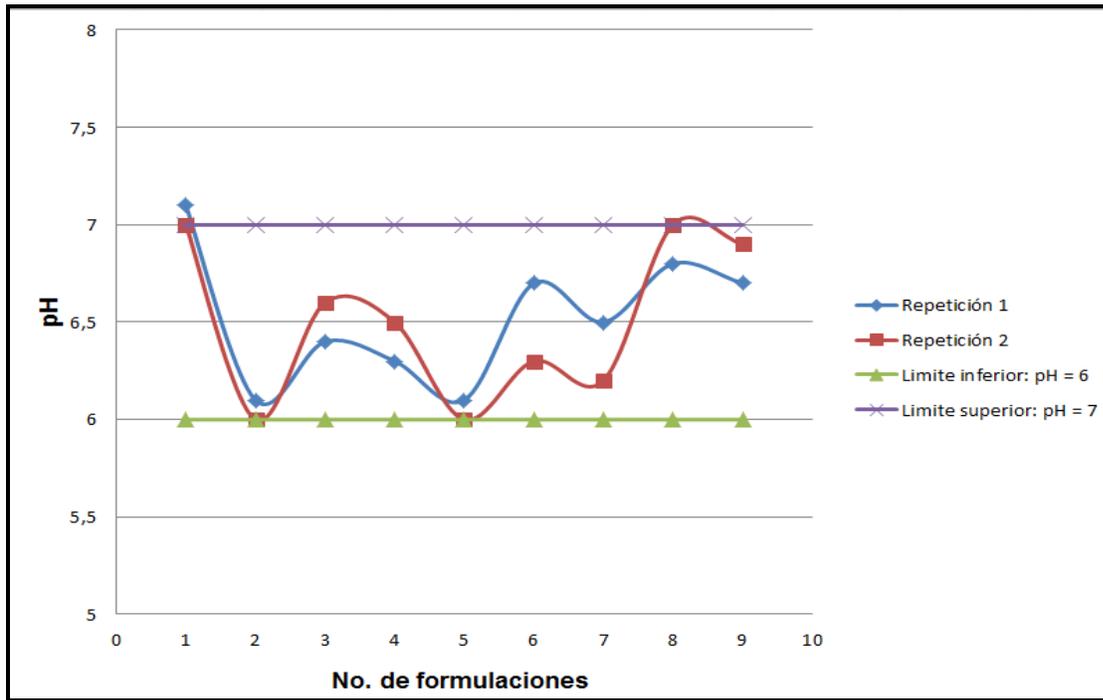
Figura 17. Variación de la alcalinidad de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de pH: los datos obtenidos del análisis de pH de las formulaciones del jabón corporal se mostraron en la tabla XX y se ordenaron gráficamente para observar su comportamiento (ver figura 18).

Figura 18. Variación del pH de cada formulación de jabón corporal (2 repeticiones)



Fuente: elaboración propia.

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las diferentes formulaciones de jabón corporal y los análisis fisicoquímicos se realizaron en condiciones ambientales (25 °C y 1 atm) y en las instalaciones del Laboratorio de Extractos Vegetales (LIEXVE).

Con base en los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico realizado a las muestras de jabón corporal, se puede comprobar la calidad de los mismos, viendo si cumplen o no con todos los parámetros exigidos por la norma COGUANOR NGO. 30 016 y los estándares de calidad del laboratorio de aseguramiento de la calidad de la industria de jabones y detergentes guatemalteca.

5.1. Análisis de *cracking*

El *cracking* es un análisis que indica las fisuras que presenta un jabón luego de ser sumergido en agua y puesto a secar al ambiente; el mismo es evaluado según el grado de severidad de las grietas, observando y evaluando cada una, transcurrido el tiempo que requiere el ensayo. Las grietas y fisuras presentadas por cada una de las formulaciones del jabón corporal se compararon con la tabla VII. Atributos de agrietamiento o *cracking* del jabón translúcido y opaco, expresado en grados (sección 3.6.1).

Se establece que la formulación 4, que posee el 45% de grasa de cerdo, 50% de solución de lejía y 5% de colofonia y la formulación 9, que posee el 50% de grasa de cerdo, 30% de solución de lejía y 15% de colofonia, son las que están más cercanas al nivel de aceptación según La Popular.

Con estos resultados se determinó que ninguna de las formulaciones cumple con los criterios para obtener aceptación del producto, ya que todas las muestras analizadas presentaron agrietamiento y uniones abiertas. Esto se debe a la calidad de las grasas y aditivos utilizados para la manufactura de los mismos.

5.2. Análisis de Titer

Este análisis se usó para determinar el punto de congelación de una grasa, por lo que se expresa en términos de temperatura. Esta consistió en saponificar una grasa para obtener los ácidos grasos correspondientes, los cuales se acidificaron, se purificaron y se enfriaron lentamente hasta que cristalizaron (aquí se midió la temperatura), por lo que el proceso de hidrogenación que sufrió la grasa de cerdo fue la correcta.

El análisis de varianza demostró que la solidificación de los ácidos grasos es diferente en las formulaciones de jabón corporal, a un nivel de confianza del 95%.

La formulación 9, que posee el 50% de grasa de cerdo, 30% de solución de lejía y 15% de colofonia, fue la que presentó mayor simetría en la distribución de los datos, según las repeticiones.

Pero debido a los resultados de las 18 muestras analizadas, la temperatura de solidificación de los ácidos grasos (Titer), para cada una de ellas, es mayor a 40 °C y además se mantiene dentro del rango permisible según La Popular, se concluye que la dureza del jabón obtenido es la aceptable para uso corporal.

5.3. Análisis de cloruros

Este análisis se realizó para determinar la concentración de cloruro de sodio (NaCl) en las formulaciones de los jabones corporales. Se llevó a cabo por medio de una titulación. Se utilizó cromato de potasio (Cr_2O_7) como indicador, nitrato de plata (AgNO_3) que se colocó en la bureta y se procedió a titular, hasta obtener el viraje de color de amarillo a rojo ladrillo.

Según el análisis de varianza, se demostró que la concentración de cloruro de sodio (NaCl) presente en cada formulación, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo, a un nivel de confianza del 95%. Pero aún así, los resultados obtenidos de las 18 muestras analizadas se encuentran dentro de este intervalo de aceptación.

5.4. Análisis de humedad

El análisis de humedad se llevó a cabo para determinar el rendimiento del jabón. Estas muestras analizadas se colocaron dentro de la balanza de humedad y luego se procedió a tomar lectura del dato obtenido. Al observar estos datos se verifica que se encuentran dentro del parámetro de calidad $15 \pm 2\%$ según la norma guatemalteca COGUANOR NGO. 30 016. Por lo que todas las formulaciones del jabón corporal se disolverán con menor facilidad, ocasionando un mayor rendimiento del mismo.

Según el análisis de varianza, el porcentaje de humedad en cada formulación, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo, a un nivel de confianza del 95%.

Todas las formulaciones están dentro del parámetro de calidad, siendo así la formulación 4, que posee el 45% de grasa de cerdo, 50% de solución de lejía y 5% de colofonia y la formulación 9, que posee el 50% de grasa de cerdo, 30% de solución de lejía y 15% de colofonia, las que mejor se acercan al parámetro ideal.

Observando el diagrama de cajas (figura 7), la formulación 4 posee menos desviación en comparación con la formulación 9, por tanto la formulación 4 es la que posee el porcentaje ideal.

5.5. Análisis de alcalinidad

Para el ensayo de alcalinidad, se tituló la muestra de jabón corporal disuelta en alcohol etílico al 95% con HCl 0,1 N. Utilizándose como indicador la fenolftaleína, el viraje de color se dio de fucsia a transparente. Se observó que todas las muestras analizadas reportan una alcalinidad positiva, lo cual tiene un efecto negativo para el jabón, debido a que lo hace más agresivo al someterlo al contacto con la piel. También tiene consecuencias negativas sobre la estabilidad del producto como el cambio de color y aroma.

Según el análisis de varianza, se demostró que el porcentaje de alcalinidad presente en cada formulación, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo, a un nivel de confianza del 95%.

La formulación 5, que posee el 45% de grasa de cerdo, 45% de solución de lejía y 10% de colofonia, es la que mejor se aproxima al intervalo de aceptación, según la norma COGUANOR NGO. 30 016.

5.6. Análisis de pH

Se prepararon soluciones del 5% de jabón con agua desmineralizada, y se procedió a medirles el pH.

El análisis de pH se realizó para determinar si un jabón es apto para su uso. Un jabón de estas características tiene un pH neutro, es decir entre 6 y 7.

Según el análisis de varianza, el potencial de hidrógeno (pH) presente en cada formulación, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo, a un nivel de confianza del 95%.

Con los resultados obtenidos de las 18 muestras analizadas se observó que todas se encuentran dentro de estos parámetros, siendo así la formulación 3, que posee el 40% de grasa de cerdo, 45% de solución de lejía y 15% de colofonia, la formulación 4, que posee el 45% de grasa de cerdo, 50% de solución de lejía y 5% de colofonia y la formulación 6, que posee el 45% de grasa de cerdo, 40% de solución de lejía y 15% de colofonia, las que se encuentran en el promedio del intervalo de aceptación. Por lo tanto se consideran las mejores formulaciones para ese análisis. Lo que quiere decir que la sosa neutralizó todos los ácidos grasos presentes en la grasa de cerdo y existió un equilibrio entre los ácidos y bases (estado neutro).

CONCLUSIONES

1. El análisis de *cracking* determinó que ninguna de las formulaciones de jabón corporal posee las características necesarias para la aceptación del producto, debido a la calidad de grasas y aditivos que se presentaron en su manufactura. Siendo la formulación 4 y 9 las más cercanas a los parámetros de calidad, según el laboratorio de aseguramiento de calidad de la industria La Popular.
2. El análisis de Titer determinó que la formulación 9 (50% grasa de cerdo, 30% de solución de lejía, 15% de colofonia) es considerada la mejor, debido a que presentó mayor simetría en la distribución de los datos y está dentro de los parámetros de calidad según COGUANOR NGO 30 016 y del laboratorio de aseguramiento de calidad de la Industria La Popular.
3. Según el análisis de varianza, se demostró que la concentración de cloruro de sodio (NaCl) presente en cada formulación, sí se ve afectada por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo. Aunque todas las formulaciones realizadas se encuentran dentro del rango de ($\pm 0,8\%$) según COGUANOR NGO 30 016.

4. El análisis de varianza demostró que el porcentaje de humedad en cada formulación, sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo. Siendo así, la formulación 4 (45% grasa de cerdo, 50% de solución de lejía, 5% de colofonia), así como la formulación 9 (50% grasa de cerdo, 30% de solución de lejía, 15% de colofonia), las que presentan un mejor contenido de humedad: 14,80% y 15,35%, respectivamente. Según laboratorio de aseguramiento de calidad de la industria La Popular.

5. El análisis de varianza, demostró que el porcentaje de alcalinidad presente en cada formulación, no se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y de grasa de cerdo. Siendo así, la formulación 5, que posee el 45% de grasa de cerdo, 45% de solución de lejía y 10% de colofonia, es la que mejor se aproxima al intervalo de aceptación, según la COGUANOR NGO. 30 016.

6. Según el análisis estadístico, se demostró que el potencial de hidrógeno (pH), sí se ve afectado por las diferentes concentraciones de solución de lejía y grasa de cerdo. Siendo la formulación 3 (40% grasa de cerdo, 45% de solución de lejía, 15% de colofonia), la formulación 4 (45% grasa de cerdo, 50% de solución de lejía, 5% de colofonia) y la formulación 6 (45% grasa de cerdo, 40% de solución de lejía, 15% de colofonia), las que se encuentran en el promedio del parámetro de calidad (entre 6 y 7 de pH), por lo tanto se consideran las mejores formulaciones para el análisis realizado. Según laboratorio de aseguramiento de calidad de la industria La Popular.

7. Según los análisis físicos y químicos realizados a los jabones corporales, comparados con los parámetros de calidad de la COGUANOR NGO 30 016 y del laboratorio de aseguramiento de calidad de la industria La Popular, se determinó que la formulación 9 (50% grasa de cerdo, 30 % solución de lejía, 15 % de colofonia) es la que cubre satisfactoriamente la mayor parte de estos.

RECOMENDACIONES

1. Se deben aumentar las investigaciones sobre el uso y beneficios de la colofonia extraída de la resina de pino ocote (*Pinus oocarpa Schiede ex Schlttdl*).
2. Realizar un estudio donde se agreguen aditivos tales como aceites esenciales y colorantes para mejorar el aspecto físico del jabón corporal.
3. Para lograr que el análisis de *cracking* sea satisfactorio, es necesario agregar aditivos como: aceite de coco, parafina blanda blanca, lanolina. Estos ayudan a aumentar el grado de humectación del jabón, favoreciendo la reducción en el grado de severidad de las grietas y fisuras que pudieran existir.
4. Llevar a cabo pruebas dermatológicas, con las formulaciones de jabón corporal realizadas posteriormente.
5. Realizar un estudio donde se utilice aceite de origen vegetal en la elaboración del jabón corporal.
6. Al manipular la lejía, se debe usar de forma correcta el equipo de protección personal (EPP).
7. Los desechos producidos se deben recolectar en un recipiente apropiado y debidamente identificado.

BIBLIOGRAFÍA

1. AJÁ MORATAYA, Roderico Aníbal. *Destilación de la resina de pino ocote (Pinus oocarpa Schiede ex Schltl) extraída en el municipio de Granados, Baja Verapaz para la obtención y caracterización de colofonia (Rosyn) a nivel laboratorio*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 150 p.
2. CAVITCH, Susan. *Guía práctica para hacer jabón*. [en línea]. <<http://books.google.com.gt/books?id=Sdy2qBt9GMkC&printsec=frontcover&dq=isbn:8480196068&hl=es&sa=X&ei=wK2CUcXVHYLM9AS9y4DoBw&ved=0CDAQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>>. [Consulta: 21 de mayo de 2013].
3. CESEFOR. *La resina: herramienta de conservación de nuestros pinares*. [en línea]. <www.cesefor.com/descargabiblioteca.asp?codArchivo=594>. [Consulta: 19 de junio de 2012].
4. CHAVES JIMÉNEZ, Manuela. *Preparación e investigación sobre el jabón, champú y otros derivados para el ciclo de formación profesional de grado medio de imagen personal*. Ciclo de Formación profesional de grado medio de imagen personal. IES Ainadamar, Granada, España. 2009. 8 p.
5. COGUANOR. *Norma Guatemalteca para las Especificaciones, COGUANOR NGO 30 016*. Guatemala: COGUANOR, 1989. 8 p.

6. Empresa Guatemalteca de Productos de Higiene. *Métodos de análisis de laboratorio para el control de calidad de jabones de tocador*. Guatemala: EGPH, 2011. 6 p.
7. FAILOR, Catherine. *Haciendo jabones transparentes*. [en línea]. <<http://books.google.com.gt/books?id=EbNkRvbH4K0C&pg=PA26&dq=lejia+en+jabones&hl=es&sa=X&ei=SaCUeWTF46w8QSjslClCw&ved=0CDsQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false>>. [Consulta: 21 de mayo de 2013].
8. GARCÍA QUIROA, Geraldina Elizabeth. *Formulación y caracterización química del barniz fluorado para uso dental a base de colofonia de la resina de pino ocote (Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl), variando concentraciones de fluoruro de sodio y etanol, a nivel laboratorio*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 189 p.
9. GOLWEN. *Historia de la fabricación del jabón*. [en línea]. <<http://www.saber.golwen.com.ar/hjabon.htm>>. [Consulta: 19 de agosto de 2012].
10. GONZÁLEZ ALMENGOR, Ana Lucrecia. *Obtención y caracterización fisicoquímica de la colofonia de la resina de pino ocote (Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl) a nivel laboratorio, que cumpla con las especificaciones para la formulación de barnices fluorados*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 145 p.

11. MENDRULANDIA. *Aceites vegetales y su uso en los jabones*. [en línea]. <<http://www.mendrulandia.net/?id=13>>. [Consulta: 09 de agosto de 2012].
12. MONTES. *Tipos de Colofonias*. [en línea]. <http://da.montes.upm.es/Trabajos%20y%20apuntes/QUIMICA%20DE%20LOS%20PRODUCTOS%20FORESTALES%20NO%20LE%D1OSOS/Tema_10._Colofonia.pdf>. [Consulta: 20 de junio de 2012].
13. OFI-CATIE. *Pinus oocarpa Shiede ex Schldl.* [en línea]. <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/pinus_oocarpa.pdf>. [Consulta: 13 de junio de 2012].
14. QUEVEDO PINTO, Catalina de los Ángeles. *Control de calidad de jabones de tocador mediante análisis fisicoquímicos y evaluación de su rendimiento*. Trabajo de graduación de Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2000. 30 p.
15. TEXTOS CIENTÍFICOS. *Jabones*. [en línea]. <<http://www.textoscientificos.com/jabon/introduccion>>. [Consulta: 10 de agosto de 2012].

APÉNDICES

Apéndice 1. **Cronograma**

Actividad	Mes I				Mes II				Mes III				Mes IV				Mes V				Mes VI			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Realización del protocolo	█	█	█	█	█	█	█	█																
Presentación y aprobación del protocolo							█	█	█	█														
Desarrollo del experimento											█	█	█	█										
Análisis de datos															█	█								
Conclusiones y presentaciones																			█	█				
Presentación y aprobación del informe final																					█	█	█	█

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Costos para la obtención de la materia prima**

Cantidad	Descripción	Costo (Quetzales)
1 kg	Colofonia	79,60
500 g	Grasa de cerdo	20,00
500 g	Soda cáustica (solución de lejía)	14,00
	Subtotal	113,60

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Costos para la cristalería**

Cantidad	Cristalería	Descripción	Costo (Quetzales)
9	<i>Beackers</i>	Vidrio 500 mL	450,00
3	Varillas de agitación	Vidrio	30,90
3	Probetas	Vidrio 100 mL	762,00
1	Vidrio de reloj	Vidrio	81,00
3	Pipetas	Vidrio 25 mL	133,50
1	Espátula	Mango de madera	62,00
1	Termómetro	Mercurio	150,00
1	Embudo	Vidrio	40,00
1	Pizeta	Polietileno	23,52
	Subtotal		1 732,92

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Costos para el equipo

Cantidad	Equipo	Descripción	Costo por depreciación durante 6 meses de uso (Quetzales)
1	Plancha de calentamiento y agitación	Marca: CORNING Serie: 420504195081	1 945,58
1	Balanza analítica	Marca: BOECO Modelo: BBL31	1 839,50
1	Campana de extracción	Marca: SEPROMA Capacidad: ¾ Hp	3 675,70
1	Tubo de ensayo		45,50
1	Horno		15,66
1	Bomba de vacío		114,46
1	Analizador de humedad		1 204,82
1	Potenciómetro		145,82
Subtotal			8 987,04

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Costos varios

Cantidad	Materiales	Costo (Quetzales)
2	Papel mayordomo	12,00
9	Recipientes para almacenar	1 640,25
1000 hojas	Papel para elaborar informe	67,40
1	Marcador	12,50
1	<i>Maskingtape</i>	6,75
	Energía eléctrica	250,00
1 caja	Guantes látex	70,00
1 caja	Mascarillas	98,75
Subtotal		2 157,65

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Presupuesto

Descripción	Subtotales (Quetzales)
Costos para la obtención de la materia prima y reactivos	113,60
Costos para la cristalería	1 732,92
Costos para el equipo	8 987,04
Costos varios	2 157,65
Total	12 991,21

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Extracción de colofonia



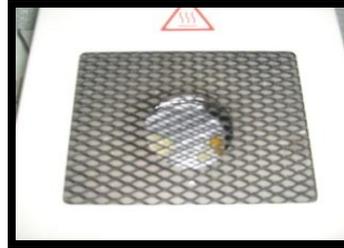
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIXVE).

Apéndice 8. Formulaciones

Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
		
Formulación 4	Formulación 5	Formulación 6
		
Formulación 7	Formulación 8	Formulación 9
		

Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

Apéndice 9. **Procedimiento para el análisis de humedad**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

Apéndice 10. **Procedimiento para el análisis de *cracking***



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

Apéndice 11. **Procedimiento para el análisis de pH**



Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIECVE).

Apéndice 12. **Procedimiento para el análisis de alcalinidad**



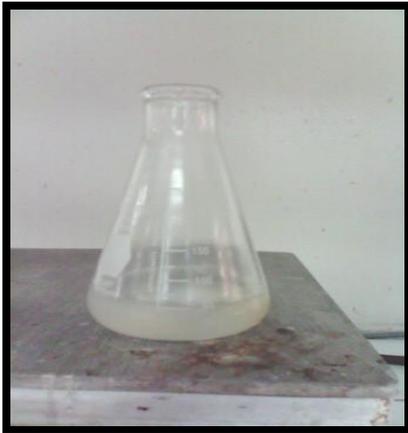
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

Apéndice 13. **Procedimiento para el análisis de Titer**



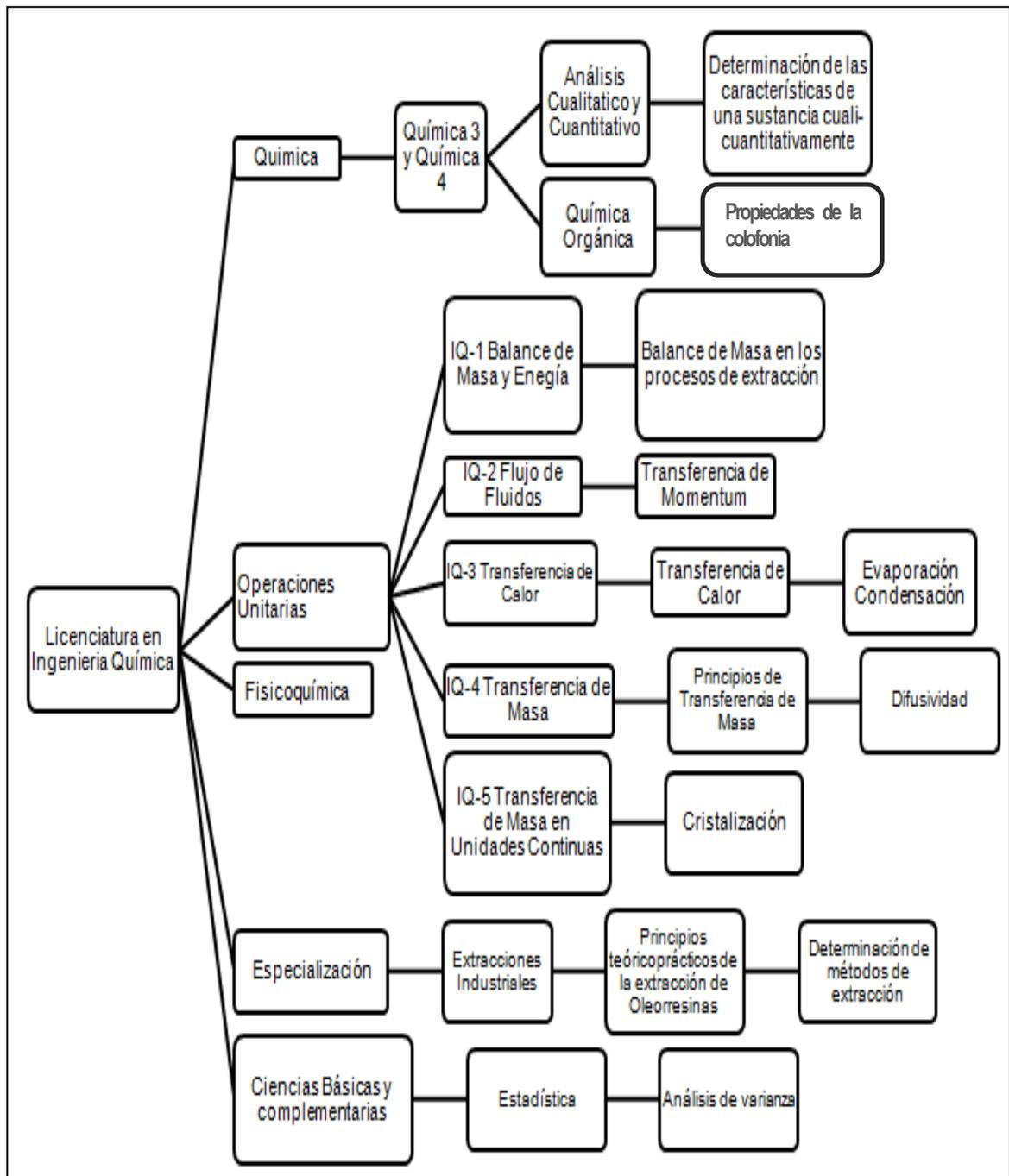
Fuente: Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE).

Apéndice 14. Procedimiento para el análisis de cloruros



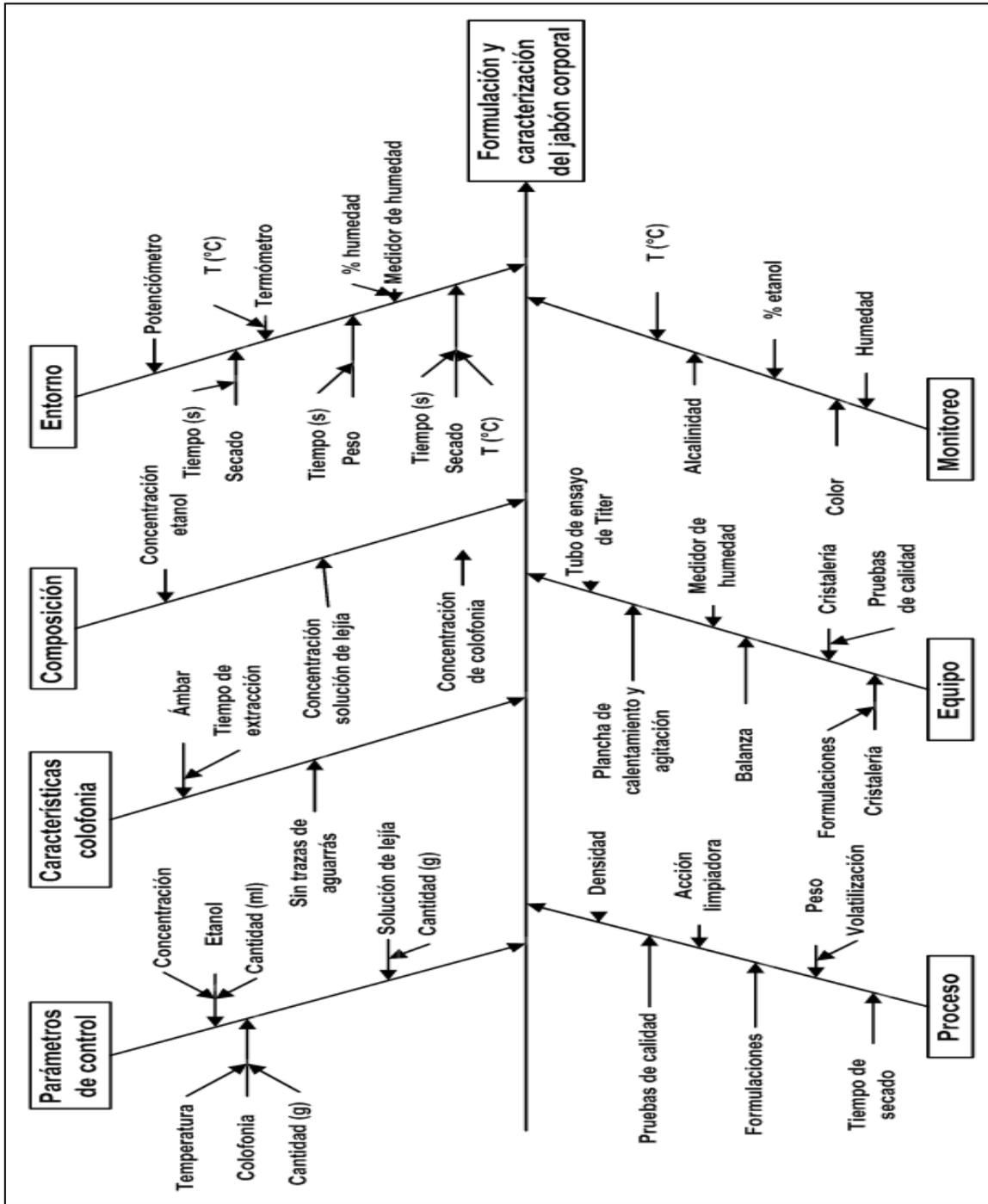
Fuente: Laboratorio de aseguramiento de calidad La Popular.

Apéndice 15. **Requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 16. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. COGUANOR NGO. 30 016, jabón para baño, en pastillas. Especificaciones

2	JABON PARA BAÑO. EN PASTILLAS. Especificaciones.	COGUANOR NGO 30 016:89								
<p>1. OBJETO</p> <p>La presente norma tiene por objeto establecer las características y especificaciones que debe cumplir el jabón para baño, en pastillas, fabricado en el país o de origen extranjero.</p>										
<p>2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">COGUANOR NGO 4 010</td> <td style="width: 70%;">Sistema Internacional de Unidades (SI)</td> </tr> <tr> <td>2a. Revisión</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COGUANOR NGO 30 022</td> <td>Jabones y detergentes. Métodos de ensayo y análisis.</td> </tr> <tr> <td>COGUANOR NGO 49 015</td> <td>Productos envasados. Verificación de la masa neta y de la masa escurrida y variaciones permitidas para las mismas.</td> </tr> </table>			COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)	2a. Revisión		COGUANOR NGO 30 022	Jabones y detergentes. Métodos de ensayo y análisis.	COGUANOR NGO 49 015	Productos envasados. Verificación de la masa neta y de la masa escurrida y variaciones permitidas para las mismas.
COGUANOR NGO 4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)									
2a. Revisión										
COGUANOR NGO 30 022	Jabones y detergentes. Métodos de ensayo y análisis.									
COGUANOR NGO 49 015	Productos envasados. Verificación de la masa neta y de la masa escurrida y variaciones permitidas para las mismas.									
<p>3. TERMINOLOGIA</p> <p><u>3.1 Jabón para baño, en pastillas.</u> Es el producto en forma de pastillas, resultante de la saponificación de los ácidos grasos propios de las grasas animales y/o vegetales con un álcali, destinado, por su acción detergente, a la higiene personal; puede contener adicionalmente colorantes, perfumes y otras sustancias permitidas que le imparten características especiales.</p> <p><u>3.2 Alkali combinado.</u> Es el álcali presente en el jabón combinado con la materia saponificable.</p> <p><u>3.3 Acido libre.</u> Es el ácido graso sin combinar (libre), presente en el jabón y se expresa como porcentaje en masa de ácido oléico.</p> <p><u>3.4 Alkali libre.</u> Es el álcali sin combinar (libre), presente en el jabón y se expresa como porcentaje en masa de hidróxido de sodio.</p> <p><u>3.5 Materia insoluble en alcohol.</u> Involucra la mayoría de sales alcalinas, tales como talco, carbonatos, boratos, silicatos, fosfatos, así como sulfatos y almidón, los cuales son insolubles en alcohol bajo las condiciones de ensayo.</p> <p><u>3.6 Jabón anhidro total.</u> Representa los ácidos grasos presentes en el jabón combinados con álcali. (1)</p> <p><u>3.7 Materia grasa total.</u> Incluye sustancias solubles en éter bajo las condiciones de ensayo, tales como ácidos grasos y ácidos de resina combinados, materia insaponificada y materia insaponificable.</p>										
<p>(1) Es una costumbre errónea determinar el contenido de jabón anhidro total restándole al jabón la humedad y materia volátil. Este no es un método exacto aún para jabones puros y no debe aplicarse a jabones con materiales agregados.</p>										
Continúa										
Publicada en el Diario Oficial de fecha 19 de septiembre de 1989.										

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS (COGUANOR), MINISTERIO DE ECONOMIA, GUATEMALA, C. A.

Continuación anexo 1.

3.8 Materia insaponificable. Incluye sustancias tales como alcoholes alifáticos de alta masa molecular, esteroides, materias colorantes e hidrocarburos, que puedan estar presentes en el jabón y que no son capaces de ser saponificados por un álcali pero que son solubles en los solventes que corrientemente se usan para grasas.

3.9 Materia grasa insaponificada. Es la grasa neutra (grasa insaponificada (1)) presente en el jabón.

3.10 Carga o partida ("Batch"). Es el producto manufacturado a partir del jabón proveniente de un tacho o paila o, en el caso de un proceso de producción continuo, el procedente de la producción de un solo día.

3.11 Envase.

3.11.1 Envase primario. Es todo recipiente que tiene contacto directo con el producto, con la misión específica de protegerlo de su deterioro, contaminación o adulteración y de facilitar su manipuleo.

Nota. También se designa simplemente como "envase".

3.11.2 Envase secundario. Es todo recipiente que tiene contacto con uno o más envases primarios, con el objeto de protegerlos y facilitar su comercialización hasta llegar al consumidor final. El envase secundario usualmente es usado para agrupar en una sola unidad de expendio, varios envases primarios.

Nota. El envase secundario también se designa como "empaquetado".

3.11.3 Envase terciario. Es todo recipiente utilizado para facilitar la manipulación y proteger el envase primario y/o el envase secundario, contra los daños físicos y agentes exteriores durante su almacenamiento y transporte; estos recipientes se utilizan durante la distribución del producto y normalmente no llegan al usuario final.

Nota. El envase terciario también se designa como "embalaje".

3.12 Unidad. Es una pastilla de jabón sin su envoltura o envase primario.

3.13 Lote. Es la cantidad de jabón que corresponde a la misma identificación de la carga o partida, procedente de un mismo fabricante y que se somete a inspección mediante muestreo del mismo.

4. CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación. Las pastillas de jabón para baño se clasificarán en un solo grado de calidad.

4.2 Designación. El producto se designará de cualesquiera de las formas siguientes: "pastilla de jabón para baño", "jabón de baño" o "jabón de tocador".

5. CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES

5.1 Características generales.

5.1.1 El jabón para baño en pastillas, deberá ser homogéneo, bien comprimido, suave y deberá tener buenas propiedades espumantes y de limpieza.

(1) Triglicéridos neutros.

Continúa

Continuación anexo 1.

5.1.2 El producto podrá colorearse, con colorantes permitidos, con la condición de que el color sea uniforme y no cambie durante el almacenamiento a temperatura ambiente, cuando se almacena en condiciones adecuadas en su envase primario original.

5.1.3 El producto deberá producir espuma fácilmente cuando se ensaye en agua regulada a temperatura ambiente y con una dureza de 200 mg/kg, expresada como carbonato de calcio.

5.1.4 El producto podrá perfumarse y en su estado sólido o bien, cuando se disuelve en agua caliente, deberá poseer un olor fresco agradable.

5.1.5 Al almacenar el producto en su envase primario original a temperatura ambiente durante 6 meses y en condiciones adecuadas de almacenamiento, no deberá desarrollar olores desagradables y, si es perfumado, no deberá variar su fragancia.

5.2 Características químicas.

5.2.1 El jabón para baño, en pastillas, deberá cumplir con los requisitos indicados en el cuadro 1.

Cuadro 1. Requisitos químicos para el jabón para baño, en pastillas

Característica	Requisito
Contenido total de grasa en el jabón como se recibe, en porcentaje en masa, mínimo	76.0
Resina, (Colofonia o Trementina) expresada como ácido de resina, en porcentaje en masa con respecto a la materia grasa total, máximo	3.0
Materia grasa insaponificada, en porcentaje en masa (1), máximo	1.0
Materia grasa insaponificada más materia insaponificable, en porcentaje en masa (1), máximo	1.25
Materia insoluble en alcohol, en porcentaje en masa (1), máximo	2.75
Cloruros, expresados como cloruro de sodio, en porcentaje en masa (1), máximo	0.8
Acido libre, expresado como ácido oléico, en porcentaje en masa (1), máximo	0.3
Alcalí libre, expresado como hidróxido de sodio, en porcentaje en masa (1), máximo	0.05

(1) Debido a que el jabón puede perder humedad durante el almacenamiento, los resultados de los análisis deben recalcularse en base a la materia grasa total mínima especificada en el presente cuadro, utilizando la siguiente ecuación:

(véase la ecuación en página 4/8)

Continúa

Continuación anexo 1.

$$\text{Resultado recalculado} = \text{Resultado encontrado} \times \frac{\text{Materia grasa total especificada, mínima}}{\text{Materia grasa total encontrada en el jabón}}$$

5.2.2 El producto podrá contener conservadores y sustancias medicinales en la forma y concentración que se declara en la etiqueta, aceptándose una tolerancia no mayor de $\pm 3\%$ de la concentración declarada.

6. MUESTREO

6.1 Durante la extracción, preparación, almacenaje y manejo de las muestras, se deben observar las siguientes precauciones:

6.1.1 Las muestras deben tomarse en un lugar protegido y no expuesto a la lluvia, al aire húmedo, al polvo o al hollín.

6.1.2 Los instrumentos de muestreo se deben limpiar y secar antes y después de su uso.

6.1.3 Se deben tomar precauciones para proteger el producto que se está muestreando, las muestras, los instrumentos de muestreo y los recipientes para guardar las muestras, contra cualquier posible contaminación.

6.1.4 Las muestras se deben colocar en recipientes de un material inerte, limpios y secos los cuales deben ser de tamaño apropiado para que se llenen casi completamente de muestra, teniendo la precaución de que ésta no quede apretada.

6.1.5 Cada recipiente se debe sellar después de llenado, luego debe rotularse con información completa sobre la muestra y el muestreo; dicha información debe incluir lo siguientes: lugar del muestreo, fecha de muestreo, número de código o lote, lugar de fabricación, nombre del fabricante y de la persona que tomó la muestra y cualquier otra información importante.

6.1.6 Las muestras deben almacenarse protegidas de la luz solar y de manera que la temperatura del material no varíe considerablemente con respecto a la temperatura ambiente.

6.2 Muestra global. Si el envío o embarque que está siendo motivo de transacción comercial está constituido por un solo lote de fabricación, todos los envases que se extraigan en una operación de muestreo, constituyen la muestra global. Si en los documentos que amparan el envío o embarque se declara que éste consiste de envases de diferentes lotes de fabricación y formas de envase, éstos se deben colocar separadamente y los envases que se extraigan de cada lote de fabricación constituyen muestras globales separadas.

6.3 Número de unidades de muestreo con fines de inspección y verificación.

6.3.1 La inspección y verificación de la calidad del producto deben hacerse en muestras extraídas de acuerdo a lo que se indica en el cuadro 2, obteniéndose dichas muestras a partir del número de envases terciarios (o de envases primarios o secundarios cuando los mismos no estén embalados), que constituyen el lote a muestrear.

(véase el cuadro 2 en página 5/8)

Continúa

Continuación anexo 1.

9
Cuadro 2. Número de unidades de muestreo a seleccionar con fines de inspección y verificación

Número de envases terciarios (o de envases primarios o secundarios) en el lote (N)	Número de envases terciarios (o de envases primarios o secundarios) a seleccionar (n)
4 a 15	3
16 a 40	4
41 a 65	5
66 a 110	7
111 a más	10

Nota. Cuando el tamaño del lote sea igual o menor que 3 envases terciarios, el número de los mismos a seleccionar lo determinan las autoridades competentes.

6.4 Procedimiento operatorio. La selección de las unidades de muestreo de un lote se debe hacer al azar y de manera que se tengan unidades de muestreo de todas las partes del lote; para realizar la selección se numeran los envases (primarios, secundarios o terciarios según corresponda) 1,2,3,...r comenzando por cualesquiera de éstos y en el orden que se desee y cada, errésimo envase constituirá la unidad de muestreo a seleccionar. El valor de (r) resulta de dividir el tamaño del lote (N), entre el número de envases a seleccionar (n).

6.5 Preparación de la muestra.

6.5.1 Muestras de lotes embalados. De cada uno de los envases terciarios extraídos de lote según el numeral 6.3, se toma al azar la raíz cuadrada de X, siendo X el número de pastillas de jabón contenidas en el embalaje y se procede en la forma siguiente:

- Se seleccionan al azar dos pastillas de jabón para verificar en ellas las características de formación de espuma y de limpieza, y 2 pastillas para verificar el requisito establecido en el numeral 5.1.5 de la presente norma.
- En cada una de las pastillas remanentes se verifican las demás características generales establecidas en el numeral 5.1 de la presente norma.
- Concluida la verificación indicada en el inciso (b) anterior se muelen las pastillas en un molino apropiado y el material desintegrado se mezcla bien para dar la muestra global representativa del lote no menor de 1000 g; se divide dicha muestra global en tres porciones iguales destinándose: una al comprador, otra al vendedor y la tercera, (conjuntamente con las pastillas de jabón indicadas en el inciso (a)), a un laboratorio legalmente competente para llevar a cabo los análisis correspondientes.
- La verificación de los requisitos establecidos en los numerales 5.2.1 y 5.2.2, debe realizarse en la muestra global representativa del lote.

Continúa

Continuación anexo 1.

6.5.2 Muestras de lotes no embalados. De cada lote se toma al azar el número de envases primarios o secundarios que indica el cuadro 2 y se procede como se indica en los incisos (a) a (d) del numeral 6.5.1. 10

Nota. Si el número de envases primarios o secundarios seleccionados no permite formar la muestra global de 1000 g, se deberán seleccionar al azar envases adicionales hasta obtener dicha cantidad.

6.6 Criterio de aceptación. Un lote se considera aceptable si las muestras analizadas satisfacen los requisitos especificados en la presente norma.

6.7 Inspección y verificación. La inspección y verificación de la calidad del jabón para baño, en pastillas, serán practicadas por organismos legalmente competentes, los cuales deberán contar con el personal técnico capacitado para llevar a cabo: la toma de muestras destinadas a los análisis, la ejecución de los análisis correspondientes y la verificación de los demás requisitos que exige la presente norma. Las muestras se podrán tomar en la fábrica o en el comercio.

7. METODOS DE PRUEBA

7.1 Mientras se publica en el Diario Oficial la norma COGJANOR NGO 30 022, el cumplimiento de las especificaciones de la presente norma se verificará mediante los métodos de prueba convencionales de organismos reconocidos internacionalmente.

8. ETIQUETADO Y ENVASADO

8.1 Envase primario. Los envases primarios para el jabón para baño, en pastillas deberán ser de naturaleza tal que no reaccionen con el producto, que eviten secamiento excesivo, contaminación o humedecimiento, que no produzcan manchas en el producto y que sean suficientemente resistentes para soportar el manejo y transporte normales; adicionalmente, deberán estar cerrados en forma adecuada.

8.2 Rótulo o etiqueta. Para los efectos de esta norma, los rótulos serán de papel o de cualquier otro material que pueda ser adherido a los envases primarios y/o secundarios, o bien, de impresión permanente sobre los mismos.

8.2.1 El rótulo deberá llevar como mínimo la siguiente información:

- a) La designación del producto;
- b) El contenido neto expresado en el Sistema Internacional de Unidades (SI);
- c) La identificación del lote de fabricación, y/o el año, mes y día de envasado, los cuales podrán ponerse en clave en cualquier lugar apropiado del envase;
- d) El nombre o razón social del productor o de la entidad bajo cuya marca se expende el producto, así como la dirección o el apartado postal;
- e) La expresión "Producto centroamericano hecho en Guatemala por ...", o en el caso de productos de origen extranjero, se indicará el país de origen;
- f) Los conservadores y sustancias medicinales, así como su concentración, cuando sea el caso;

Continúa

Continuación anexo 1.

g) Cualquier otro dato o información que fuese requerido por las leyes o reglamentos que rijan en el país o que en un futuro dicten autoridades competentes.

8.2.2 No podrán tener ninguna leyenda de significado ambiguo, ilustraciones o adornos que induzcan a engaño, ni descripción de características del producto que no se puedan comprobar.

8.3 Envases secundarios y terciarios. Los envases secundarios y terciarios deberán cumplir con las normas COGUANOR correspondientes.

9. ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Las condiciones de manejo, almacenamiento y transporte deberán ser tales, que protejan el producto y los envases, de cualquier alteración o deterioro.

10. CORRESPONDENCIA

Para la elaboración de la presente norma se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- a) Norma de la India, IS: 2888-1974, "Specification for Toilet Soap (First Revision)";
- b) Norma de la India, IS: 286-1966, "Methods of Sampling and Test for Soaps (First Revision)", y sus respectivas addenda de los años 1973 y 1974;
- c) Norma británica, BS 1914-1984, "Specification for Toilet Soap";
- d) Norma surafricana, SABS 237-1972, "Standard Specification for Toilet Soap";
- e) Norma de la "American Society for Testing and Materials D 459-87, Standard Definitions of Terms relating to Soaps and other Detergents"; y
- f) Literatura técnica.

- ULTIMA LINEA -

Fuente: Centro de Información a la Construcción -CICON-, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.