



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

**COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS
DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE
COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO**

Krisbel Dayanara Orellana Martínez

Asesorado por la Inga. Cinthya Patricia Ortíz Quiroa de Pérez

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS
DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE
COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KRISBEL DAYANARA ORELLANA MARTÍNEZ

ASESORADO POR LA INGA. CINTHYA PATRICIA ORTÍZ QUIROA DE PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
EXAMINADOR	Ing. David Samuel Fiorini Morales
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 28 de noviembre de 2018.



Krisbel Dayanara Orellana Martínez

Guatemala, 14 de Marzo de 2019

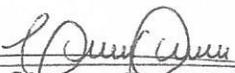
Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
Director Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Estimado Ingeniero Wong:

Por medio de la presente HAGO CONSTAR que he revisado y dado mi aprobación al informe final del Trabajo de Graduación **"COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO"**, de la estudiante de Ingeniería Química, Krisbel Dayanara Orellana Martínez quien se identifica con el carné número 201314639 y CUI 2657 02097 0101.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,


Inga. Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
Colegiado No. 1190
Asesor

Cinthya Patricia Ortiz Quiroa
Ingeniera Química Col. No. 1190



Guatemala, 02 de mayo de 2019.
Ref. EIQ.TG-IF.019.2019.

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

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **055-2017** 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
-Seminario de Investigación-

Solicitado por la estudiante universitaria: **Krisbel Dayanara Orellana Martínez**.
Identificada con número de carné: **2657020970101**.
Identificada con registro académico: **201314639**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

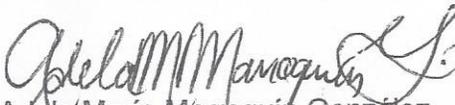
Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Cinthy Patricia Ortiz Quiroa**.

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. Adela María Marroquín González
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.050.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **KRISBEL DAYANARA ORELLANA MARTÍNEZ** titulado: "**COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO**". Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Williams G. Álvarez Mejía, M.I.Q., M.D.
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre 2019

Cc: Archivo
WGAM/ale



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DE UN JABÓN COSMÉTICO ELABORADO A PARTIR DE BASE DE ACEITE DE COCO Y DE ACEITE DE OLIVA A ESCALA LABORATORIO**, presentado por la estudiante universitaria: **Krisbel Dayanara Orellana Martínez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su infinita misericordia al permitirme culminar hoy un sueño.
- Mis padres** Brenda Martínez y Juventino Orellana, por brindarme su apoyo incondicional, por ser la fortaleza y los pilares de mi vida.
- Mis hermanos** Kevin y Luis Orellana, por creer en mí, por sus consejos, apoyo y cariño.
- Mis abuelos** David Martínez, Sonia Vargas y Felipa Morataya, por su amor y sabiduría brindada durante toda la vida.
- Mis tíos y primos** Por todo su cariño y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente y la capacidad de raciocinio ante las situaciones que se presentan en la vida.
Dios	Ser supremo que me ha permitido llegar hasta el día de hoy, cumpliendo un gran sueño.
Mis padres	Brenda Martínez y Juventino Orellana.
Mis hermanos	Kevin y Luis Orellana.
Mis abuelos y bisabuela	David Martínez, Sonia Vargas y Felipa Morataya.
Mis amigos	Abdi Gil, Melanie Chávez, Alejandra Martínez, Rosselyn del Cid, Luisa López, Vallery Cabrera, María Oliva, por ser una importante influencia en mi carrera universitaria.
Ing. Cinthya Ortíz	Por todo su apoyo, empeño y cariño brindado durante la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
HIPÓTESIS.....	XX
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Determinación del problema.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Definición de un jabón	5
2.1.1. Acción detergente.....	5
2.2. Clasificación de los jabones según su tipo de manufactura	6
2.2.1. Artesanal.....	6
2.2.2. Industrial	6
2.3. Proceso de saponificación.....	8
2.3.1. Tablas de saponificación	8
2.3.2. Tipos de proceso en la elaboración de jabones.....	9
2.3.2.1. Proceso en caliente	9
2.3.2.1.1. Ventajas	10
2.3.2.1.2. Desventajas.....	10
2.3.2.2. Proceso en frío	10

	2.3.2.2.1.	Ventajas	11
	2.3.2.2.2.	Desventajas	11
2.4.	Ácidos grasos.....		11
2.4.1.	Clasificación		12
	2.4.1.1.	Ácidos grasos saturados	12
	2.4.1.2.	Ácidos grasos insaturados	12
2.4.2.	Cristalización y solidificación de grasas y aceites ...		13
2.5.	Materia prima		14
2.5.1.	Álcalis.....		15
2.5.2.	Agua.....		15
2.5.3.	Fragancia		16
2.5.4.	Grasa de origen vegetal		16
	2.5.4.1.	Manteca de Karité	16
	2.5.4.2.	Manteca vegetal	17
	2.5.4.3.	Aceite de canola.....	17
	2.5.4.4.	Aceite de coco.....	17
	2.5.4.5.	Aceite de oliva	18
	2.5.4.6.	Aceite de palma.....	18
	2.5.4.7.	Aceite de ricino.....	19
2.5.5.	Grasa de origen animal		19
	2.5.5.1.	Sebo.....	19
	2.5.5.2.	Manteca de cerdo.....	20
2.6.	Propiedades fisicoquímicas de un jabón		20
2.6.1.	Alcalinidad libre		20
2.6.2.	Alcalinidad total		21
2.6.3.	Análisis de titer (grasa o aceite)		22
2.6.4.	Análisis de cloruros		24
2.6.5.	Ácidos grasos totales (TFA)		24
2.6.6.	Bar feel		25

2.6.7.	Cracking	25
2.6.8.	Densidad de mezcla	26
2.6.9.	Dureza	27
2.6.9.1.	Durómetro Shore ASTM D2240.....	27
2.6.9.2.	Penetrómetro	29
2.6.10.	Humedad	31
2.6.11.	Nivel de espuma	32
2.6.12.	pH.....	33
2.6.13.	Temperatura	34
2.6.14.	Tiempo de curación del jabón.....	35
2.7.	Propiedades organolépticas de un jabón	36
2.7.1.	Pruebas de análisis sensorial	36
2.7.1.1.	Olor.....	37
2.7.1.2.	Color	37
2.7.1.3.	Textura	37
2.7.1.4.	Apariencia.....	38
3.	METODOLOGÍA.....	39
3.1.	Variables.....	39
3.1.1.	Variables independientes	39
3.1.2.	Variables dependientes	39
3.2.	Delimitación del campo de estudio	40
3.3.	Recursos humanos.....	41
3.4.	Recursos materiales	41
3.4.1.	Materia prima.....	41
3.4.2.	Equipos auxiliares.....	41
3.4.3.	Instrumentos de medición.....	42
3.4.4.	Cristalería	43
3.4.5.	Software de medición y cálculos.....	43

3.4.6.	Reactivos.....	43
3.5.	Técnicas cuantitativas y cualitativas	44
3.5.1.	Determinación del índice de saponificación	44
3.5.2.	Determinación de la densidad de mezcla previo a la solidificación	45
3.5.3.	Determinación de porcentaje de humedad de la muestra de jabón.....	46
3.5.4.	Determinación de índice de espuma	47
3.5.5.	Determinación de dureza Shore ASTM D-2240	48
3.5.6.	Determinación de tiempo de curación	48
3.5.7.	Análisis sensorial.....	49
4.	RESULTADOS.....	51
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	55
5.1.	Índice de saponificación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva	55
5.2.	Densidad de mezcla de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva previo a solidificación.....	56
5.3.	Porcentaje de humedad de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva.	56
5.4.	Índice de espuma de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva.....	57

5.5.	Dureza Shore medida bajo la norma ASTM D-2240 de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva.....	58
5.6.	Tiempo de curación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva	58
5.7.	Análisis sensorial de olor, color, textura y apariencia de las muestras de jabón a base de aceite de coco en comparación de las muestras de base de aceite de oliva	59
CONCLUSIONES		61
RECOMENDACIONES		63
BIBLIOGRAFÍA		65
APÉNDICES		69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Proceso industrial de una industria jabonera	7
2.	Proceso de cristalización de una grasa.....	14
3.	Durómetro Shore.....	29
4.	Penetrómetro marca Kohler modelo K95500	30
5.	Horno secador.....	31
6.	Balanza de humedad	32
7.	Potenciómetro	33
8.	Termómetro digital	34
9.	Criterios aceptables de calidad en jabones.....	35
10.	Diseño experimental	40
11.	Medición de índice de espuma.....	47
12.	Recolección de datos de análisis sensorial.....	50

TABLAS

I.	Saponificación de aceites más comunes en función de álcalis	9
II.	Límites específicos de calidad para análisis <i>titer</i>	23
III.	Atributos de agrietamiento o <i>cracking</i> del jabón translúcido y opaco, expresado en grados	26
IV.	Descripción de variables dependientes e independientes	39
V.	Índice de saponificación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en mg KOH / g aceite	51

VI.	Densidad de mezcla de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva previo a solidificación expresada en g/mL.....	51
VII.	Porcentaje de humedad de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en %.....	52
VIII.	Índice de espuma de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en mL de espuma / mL de solución jabonosa.....	52
IX.	Dureza Shore bajo la norma ASTM D-2240 de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en unidades Shore	52
X.	Tiempo de curación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en horas.....	53
XI.	Resumen del análisis estadístico ANOVA en función de dos factores: temperatura y base de aceite con varias muestras	53
XII.	Promedio de calificación del análisis sensorial realizado a una muestra poblacional comparando las muestras de jabón a base de aceite de coco con las muestras de base de aceite de oliva	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
TFA	Ácidos grasos totales
Cl	Cloruros
Cr ₂ O ₇	Cromato de potasio
TiO ₂	Dióxido de titanio
C ₂₀ H ₁₄ O ₄	Fenolftaleína
°C	Grados Celsius
g	Gramos
NaOH	Hidróxido de sodio
h	Horas
mg	Miligramos
mL	Mililitros de solución
mm	Milímetros
AgNO ₃	Nitrato de potasio
N	Normalidad
%	Porcentaje
MgSO ₄	Sulfato de magnesio
T	Temperatura
t	Tiempo

GLOSARIO

Aceite esencial	Aceite volátil altamente concentrado extraído de las plantas aromáticas, generalmente aplicando presión o por destilación de vapor.
Ácido graso	Ácidos orgánicos cuya molécula está formada por dos átomos de oxígeno y doble número de átomos de hidrógeno que de carbono.
Alcalinidad libre	La alcalinidad libre hace referencia al álcali en exceso de una muestra de jabón determinada, el cual no reaccionó durante el proceso de saponificación. El parámetro de alcalinidad libre es medido únicamente a nivel industrial en análisis de laboratorio para jabones de tocador.
Alcalinidad total	Total del álcali que reaccionó en el proceso de saponificación del jabón, más el total de álcali libre que no reaccionó. El resultado obtenido de alcalinidad total es el porcentaje en peso de hidróxido de sodio (NaOH) en la muestra. El parámetro de alcalinidad total es medido únicamente a nivel industrial en análisis de laboratorio para jabones de lavandería.
AOCS	American Oil Chemical Society.

ASTM	American Society for Testing and Materials.
<i>Bar Feel</i>	Análisis de laboratorio de un jabón que mide la homogeneidad de los ingredientes añadidos a una barra de jabón, como dióxido de titanio y talco.
Blanquear	Proceso utilizado para eliminar o neutralizar el color de un aceite o grasa.
<i>Cracking</i>	Método de análisis de laboratorio que mide la cantidad de fisuras o el agrietamiento que presenta un jabón luego de ser sumergido en agua y puesto a secar al ambiente durante 24 y 72 horas.
Cosmético	Producto aplicado al cuerpo humano para limpiar, embellecer o alterar la apariencia sin afectar la estructura del cuerpo o sus funciones.
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.
Dureza Shore	Se utiliza para la medición de dureza de gomas duras. Es una escala de medida de la dureza elástica de los materiales, determinada a partir de la reacción elástica del material cuando se deja caer sobre él un objeto. La dureza Shore se mide por medio de un instrumento llamado durómetro Shore.

Espuma	Sistema gas-líquido que se forma por la agitación mecánica violenta.
Fenolftaleína	Indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases se torna rosa o violeta. Es un sólido blanco e inodoro que se forma principalmente por reacción del fenol, anhídrido ftálmico y ácido sulfúrico. Su fórmula es $C_{20}H_{14}O_4$.
Índice de saponificación	Número de miligramos de base/álcali que se necesitan para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa bajo condiciones específicas. El índice de saponificación varía para cada grasa o aceite en particular. Las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más álcali en su saponificación mostrando índices de saponificación más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de índice de saponificación.
Lípidos	Conjunto de moléculas orgánicas que están constituidas principalmente por carbono e hidrógeno y en una menor medida por oxígeno. También pueden contener fósforo, azufre y nitrógeno. Los lípidos son moléculas hidrófobas (insolubles en agua), pero son solubles en disolventes orgánicos no polares como la bencina, el benceno y el cloroformo.

Penetrómetro	Instrumento empleado en ensayos de penetración. Es una herramienta que prueba el nivel de compactación, consistencia o dureza de una superficie. Este equipo consta de una aguja, la cual es liberada libremente sobre la muestra y mide la resistencia de la superficie en mm de profundidad.
pH	Escala de valoración de la acidez y la alcalinidad de una solución. Se mide mediante una valoración que consiste en la neutralización del ácido (o base) con una cantidad determinada de base (o ácido) de concentración conocida, en presencia de un indicador.
Potenciómetro	Equipo utilizado para cuantificar las mediciones electroquímicas de las variaciones de potencial de hidrógeno.
Solidificación	Proceso que implica un cambio de estado de la materia, es la transformación de una sustancia de estado líquido a estado sólido. El cambio de estado puede producirse por dos formas: por compresión de la materia o por disminución de la temperatura.
Solubilidad	Medida de capacidad de una sustancia para disolverse en otra. La sustancia que se disuelve se conoce como soluto, mientras que aquella en la cual este se disuelve recibe el nombre de solvente o disolvente.

TFA	Este parámetro sirve para cuantificar la cantidad de grasa total o de ácidos grasos totales en una muestra objetivo.
Termobalanza	Instrumento que se utiliza para determinar la cantidad de agua contenida en muestras de materia orgánica o elementos granulados diversos tales como: plásticos, sales, arenas, harinas, entre otros. Este equipo consiste en una balanza electrónica y un módulo calefactor; la balanza se encarga de medir el peso de la muestra orgánica mientras se le aplica calor para evaporar el agua que contiene. El cálculo de la humedad se determina por la pérdida de peso que sufre la muestra después de ser sometida al proceso de calentamiento.
<i>Titer test</i>	Es un análisis de laboratorio que sirve para determinar la calidad del sebo o aceite, lo cual se ve reflejado en la dureza que el jabón producirá. El <i>titer</i> se define como el punto de solidificación de los ácidos grasos contenidos en el sebo, expresado en grados Celsius.
Tiempo de curación	Tiempo necesario para que un jabón alcance su pH óptimo.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se comparan las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de un jabón cosmético elaborado a partir de base de aceite de coco con uno de base de aceite de oliva trabajando a tres diferentes temperaturas: 26 °C, 45 °C y 65 °C.

A cada muestra de jabón se le determinaron las propiedades fisicoquímicas de: índice de saponificación, densidad, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza y tiempo de curación. Así mismo se llevó a cabo un análisis sensorial de olor, color, apariencia y textura, que evaluó la aceptabilidad de las bases de aceite de coco y del aceite de oliva en los jabones. Los jabones se prepararon para fines de uso cosmético utilizando un diseño factorial de dos aceites, tres diferentes temperaturas y se ejecutaron cuatro observaciones para formar un total de 24 unidades experimentales.

El índice de saponificación, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza y tiempo de curación son propiedades que se ven afectadas de forma significativa al variar el aceite en la elaboración de los jabones cosméticos. La densidad, porcentaje de humedad, dureza y tiempo de curación son propiedades que se ven afectadas de forma significativa al variar la temperatura en el proceso. Los análisis sensoriales de olor, color, apariencia y textura reflejaron una mayor aceptación hacia los jabones elaborados a partir de base de aceite de oliva con una temperatura de 26 °C.

OBJETIVOS

General

Comparar las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de un jabón cosmético elaborado a partir de base de aceite de coco con uno de base de aceite de oliva a escala laboratorio

Específicos

1. Formular un jabón cosmético, utilizando base de aceite de coco y base de aceite de oliva.
2. Caracterizar fisicoquímicamente las propiedades de índice de saponificación, densidad, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza y tiempo de curación de los jabones cosméticos.
3. Evaluar el efecto de la temperatura en la elaboración de los diferentes jabones cosméticos.
4. Determinar las propiedades sensoriales de aceptabilidad de ambos jabones cosméticos, base de aceite de coco y base de aceite de oliva, por medio de un análisis sensorial.

HIPÓTESIS

- Hipótesis de trabajo

Existe diferencia significativa en las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del jabón cosmético elaborado a partir de base de aceite de oliva comparado con uno de base de aceite de coco.

- Propiedades fisicoquímicas en función de la formulación del jabón

- Hipótesis de investigación:

- H_{i1} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente la dureza del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H_{i2} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente el índice de espuma del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H_{i3} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente la densidad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H_{i4} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente el porcentaje de humedad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.

- H_{i5} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente el pH del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i6} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente el tiempo de curación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i7} : la variación en la formulación del jabón afecta significativamente el índice de saponificación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- Hipótesis nulas:
- H_{01} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente la dureza del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{02} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente el índice de espuma del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{03} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente la densidad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{04} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente el porcentaje de humedad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.

- H_{05} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente el pH del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{06} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente el tiempo de curación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{07} : la variación en la formulación del jabón no afecta significativamente el índice de saponificación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- Propiedades fisicoquímicas en función de la temperatura del proceso
 - Hipótesis de investigación:
 - H_{i1} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente la dureza del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i2} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente el índice de espuma del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i3} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente la densidad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.

- H_{i4} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente el porcentaje de humedad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i5} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente el pH del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i6} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente el tiempo de curación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{i7} : la variación en la temperatura del proceso afecta significativamente el índice de saponificación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- Hipótesis nulas:
- H_{01} : la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente la dureza del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{02} : la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente el índice de espuma del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
 - H_{03} : la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente la densidad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.

- H₀₄: la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente el porcentaje de humedad del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H₀₅: la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente el pH del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H₀₆: la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente el tiempo de curación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.
- H₀₇: la variación en la temperatura del proceso no afecta significativamente el índice de saponificación del jabón con un nivel de significancia del 5 %.

INTRODUCCIÓN

El jabón es un agente limpiador producto de la reacción de saponificación de grasas de origen animal o aceites vegetales con álcalis como hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. El jabón es soluble en agua y, por sus propiedades detergentes, se usa comúnmente en productos destinados a la higiene personal.

El presente proyecto de investigación detalla la diferencia de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas, el efecto de la temperatura, así como la preferencia por las diferentes formulaciones que ofrece un jabón elaborado a partir de aceite de coco comparado con un jabón elaborado a partir de aceite de oliva.

Las características del aceite de coco son sus excelentes propiedades limpiadoras, de formación de espuma y de consistencia; mientras que el aceite de oliva es conocido por tener características nutritivas, suaves, emolientes, antioxidantes, calmantes y protectoras de agresiones del sol.

Se utilizó aceite de oliva y aceite de coco para el análisis del presente estudio, ya que se deseaba conocer el aceite con mejor aceptación en la elaboración de un jabón cosmético, así también conocer cuál de estos aceites transfería mejores propiedades al producto final.

Los jabones obtenidos en una industria contienen ingredientes sintéticos que modifican texturas, tacto y perfumes, pero que a su vez conservan los productos fabricados a un menor coste. La diferencia principal entre un jabón

cosmético artesanal y un jabón industrial radica en los ingredientes utilizados en su formulación y en su proceso de elaboración. Los jabones industriales en mayor grado recurren a ingredientes químicos para reemplazar las carencias de sus componentes, mientras que los jabones cosméticos artesanales, debido a su proceso de elaboración, conservan todas las propiedades nutritivas de sus elementos.

El presente estudio fue realizado por medio de cosmética natural, ya que no fueron añadidos ingredientes de relleno, los cuales modifican las propiedades físicas o químicas de los productos que se fabrican, sino que se utilizaron elementos naturales no dañinos para la piel.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1. Antecedentes

Se han realizado estudios relacionados con la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de jabones cosméticos como productos funcionales para el ser humano. Entre los objetivos de tales trabajos es posible encontrar:

Proponer la metodología de obtención de ácidos grasos por medio de una reacción de hidrólisis ácida, para ser empleados dentro de la industria farmacéutica de alimentos y cosmética. Los resultados obtenidos fueron que la hidrólisis ácida fue una vía factible dado que los resultados demostraron una reacción satisfactoria y se obtuvieron productos de buena calidad, con condiciones de operación menos crítica.¹

Implementar un proceso de fabricación de barras de jabón de tocador para 19 fórmulas de producto, que cumpla con las especificaciones internas de la compañía y los estándares Regulatorios Colombianos; así también el identificar las variables críticas de proceso y producto, y su efecto en los procesos de mezcla de ingredientes, refinación y troquelado de jabones de tocador en barra para todos los grupos de fórmulas disponibles para fabricación. Los resultados de dicho estudio fueron que las variables críticas para la implementación de un nuevo proceso de fabricación de jabón en barra, en el que no se tienen cambios de fórmula son: velocidad de proceso, temperatura de los moldes, distancia entre los moldes, capacidad de refinación, vacío en cámara refinadora, homogeneidad del mezclado y refinación.²

Elaborar jabones de tocador a partir de la saponificación de aceite de palma, coco, oliva y almendra; así como determinar el rendimiento del proceso de saponificación de cada aceite. Los resultados de dicho estudio fueron que el rendimiento obtenido fue de 141,28 % para el aceite de palma, 120,70 % para el aceite de oliva, 119,77 % para el aceite de almendras y 125,47 % para el aceite de coco.³

¹ PADRÓN MORENO, Adrián. *Obtención de ácidos grasos a partir de aceite de coco, soya y canola mediante hidrólisis ácida*. p. 25.

² SEGOVIA BORRAY, Ricardo. *Determinación de condiciones de proceso y puesta en marcha de una línea de acabado de jabón en barra*. p. 14.

³ STEGER, Eva; GUTIÉRREZ, Joseph; ZAMBRANO, Marielis; GIL, Yisleydy; FIGUEROA, Luigi. *Producción de jabón*. p.18.

Optimizar la consistencia de jabones de paila mediante el proceso de acondicionamiento por adición de silicato de sodio y evaluar el jabón producido y refinado con base a las características propias de los jabones de paila. Los resultados del estudio fueron que las variables fisicoquímicas evaluadas: humedad, alcalinidad, solubilidad y pH, de los jabones de paila tienen dependencia entre sí, a partir de la concentración de silicato de sodio alcalino.⁴

Realizar un estudio preliminar de algunos parámetros que definen la calidad del aceite de oliva virgen extra con denominación de origen. Los resultados de dicho estudio fueron que los aceites estudiados se pueden clasificar como aceites de oliva vírgenes extra y presentan una elevada calidad, de acuerdo con los valores de los parámetros analíticos estudiados (Grado de acidez, índice de peróxidos y contenido de vitamina E).⁵

Contribuir al aprovechamiento del sebo de la planta de cárnicos de Zamorano y definir un proceso de elaboración de jabón; así como medir el rendimiento de la formulación del jabón obtenida. Los resultados de dicho estudio fueron que la formulación con una proporción 85 % de sebo y 15 % de aceite mostró las mejores características para el jabón elaborado.⁶

Evaluar la calidad fisicoquímica y el rendimiento de los jabones de tocador que se comercializan en Guatemala. Los resultados del estudio fueron que los jabones de tocador que son manufacturados en la industria nacional como en la transnacional y que se comercializan en el mercado guatemalteco, no cumplen en un 100 % con las especificaciones químicas establecidas por la norma COGUANOR (NGO 30 016), debido a que el 28,58 % no cumple con los análisis de humedad y alcalinidad y el 14,29 % no cumple con el análisis de insolubles en alcohol, lo cual indica la falta de aplicación de buenas prácticas de manufactura en la producción, afectando directamente las características fisicoquímicas de los jabones.⁷

Evaluar la calidad de los jabones de tocador en pastilla, elaborados por industrias nacionales, que son comercializados en la capital de Guatemala. Los resultados del estudio fueron que el 16,66 % de las muestras analizadas, jabones de tocador en pastilla, producidos en Guatemala, no cumplen con las especificaciones de la NGO: 30 16:89 en relación al contenido mínimo permitido de materia grasa total;

⁴ PÉREZ LÓPEZ, Danilo Fernando. *Estudio de la consistencia de los jabones de paila en función de la concentración de aditivo-silicato de sodio alcalino incorporado en el proceso de fabricación*. p. 35.

⁵ OLIVERAS LÓPEZ, María Jesús. *Calidad del aceite de oliva virgen extra antioxidantes y función biológica*. p. 195.

⁶ CRUZ LÁZARO, Fernando. *Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano*. p. 32.

⁷ QUEVEDO PINTO, Catalina De Los Ángeles. *Control de Calidad de jabones de tocador mediante análisis fisicoquímicos y evaluación de su rendimiento*. p. 15.

así como el 22,22 % de las muestras analizadas no cumplen con el contenido máximo de cloruros y ácidos libres.⁸

“Se determinó las formulaciones y metodologías adecuadas para la evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los jabones y detergentes”.⁹

1.2. Determinación del problema

- Definición

Determinar cuál es la base de aceite con mejor aceptación en un jabón cosmético. Conocer el aceite que transfiere mejores propiedades fisicoquímicas y organolépticas al producto final del jabón, comparando el aceite de oliva con el aceite de coco.

- Delimitación

Se compararon las propiedades fisicoquímicas: índice de saponificación, densidad de mezcla, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza Shore y tiempo de curación de las muestras de jabón elaboradas a base de aceite de oliva y las realizadas a base de aceite de coco. Los jabones se trabajaron a una temperatura de 26 °C, 45 °C y 65 °C.

Así mismo se llevaron a cabo pruebas de análisis sensorial donde se evaluó el color, olor, textura y apariencia de los jabones. Este análisis reflejó la preferencia de una muestra poblacional entre 15 y 50 años hacia las bases de aceites de jabón delimitadas en el estudio.

⁸ POLANCO SAGASTUME, María Eleonora. *Cuantificación del contenido total de materia grasa, cloruros, álcali libre o ácido libre de jabones de tocador en pastilla fabricados en Guatemala*. p. 12.

⁹ HERNÁNDEZ RANGEL, Juan Dimas. *Control de calidad en una fábrica productora de jabones y detergentes*. p. 8.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de un jabón

El jabón es un agente limpiador que se forma al llevar a cabo una reacción de la combinación de grasas animales o aceites vegetales con un álcali. La reacción básica se puede definir de la siguiente forma:



Las características propias de un jabón se deben a la naturaleza contradictoria de sus componentes. En la estructura de todo jabón estos poseen una parte hidrofílica (polar) que tiene afinidad por el agua y una parte lipofílica (apolar) por la cual se une la grasa.

La funcionalidad en la limpieza de un jabón se debe a que la grasa se disuelve en agua. La dipolaridad del agua y el aceite los convierte en sustancias opuestas al ser tratadas individualmente; sin embargo, el jabón por el contrario es capaz de disolver ambas sustancias al generar una emulsión como mezcla homogénea que permite disociar la grasa de la superficie.

2.1.1. Acción detergente

Los jabones eliminan la grasa y suciedad gracias a que sus componentes son agentes activos en superficie. Estos agentes tienen una estructura molecular que actúa como un enlace entre el agua y las partículas de suciedad,

soltando las partículas de las fibras subyacentes o de cualquier otra superficie que se limpie.

La molécula produce este efecto porque uno de sus extremos es hidrófilo (atrae al agua) y el otro es hidrófugo (atraído por las sustancias no solubles en agua). El extremo hidrófilo es similar en su estructura a las sales solubles en agua, mientras que la parte hidrófuga de la molécula se compone de una cadena larga de hidrocarburos y de muchas grasas. El resultado de esta estructura caracteriza la propiedad de un jabón de reducir la tensión superficial del agua y la de hacer soluble en agua sustancias que no son solubles.

2.2. Clasificación de los jabones según su tipo de manufactura

La clasificación de los jabones cosméticos depende del procedimiento realizado durante su manufactura.

2.2.1. Artesanal

Jabones elaborados con productos naturales y fabricados a mano, libres de colorantes y sustancias tóxicas dañinas al medio ambiente. Para ser clasificado como tal, la materia prima de un jabón artesanal no debe contener tóxicos perjudiciales a la salud del consumidor. La manera para elaborar jabones artesanales se basa en la saponificación de aceites vegetales o grasas animales con un álcali.

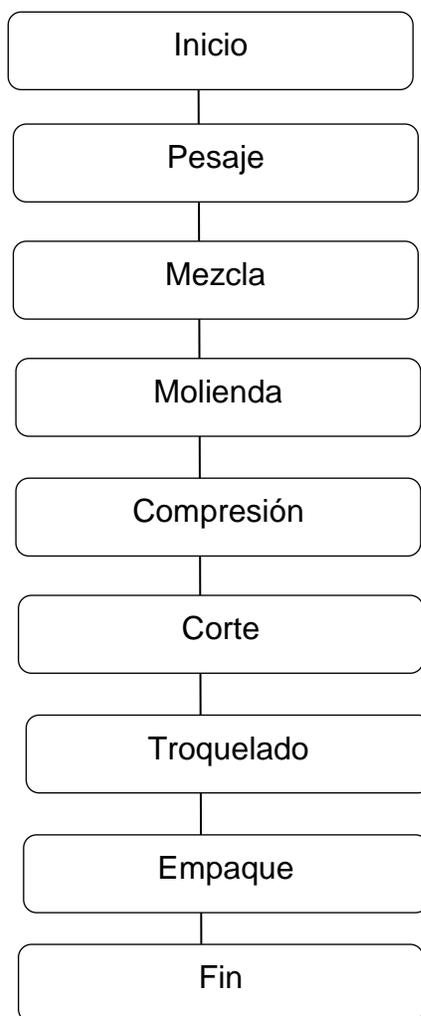
2.2.2. Industrial

Se elaboran en cantidades masivas, se encuentran conformados por productos químicos como soda cáustica, hidróxido de potasio, carbonato de

potasio, silicato de sodio y fosfato trisódico. Los jabones industriales se caracterizan por generar poca espuma y por tener un elevado nivel de pH.

El proceso industrial de la elaboración de jabones de pastilla incluye las siguientes etapas:

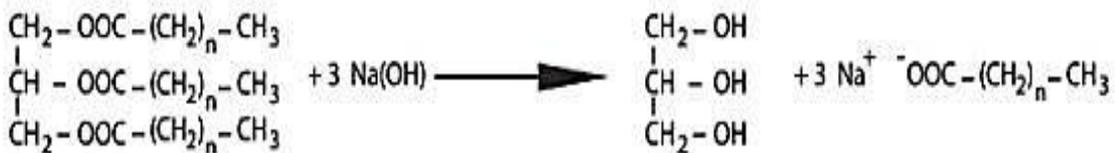
Figura 1. **Proceso industrial de una industria jabonera**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Proceso de saponificación

La saponificación es la reacción química de hidrólisis con catálisis básica de grasas y aceites en la fabricación de jabón. Los aceites vegetales y las grasas animales son triglicéridos que al ser tratados con una base producen el jabón (sal del ácido graso) y glicerina. A continuación se ejemplifica la reacción de saponificación:



2.3.1. Tablas de saponificación

Utilizadas para conocer la cantidad, en miligramos de base, necesaria para saponificar por completo un gramo de grasa y que el jabón lleve a cabo la reacción de saponificación completamente.

Tabla I. **Saponificación de aceites más comunes en función de álcalis**

Tipo de grasa o aceite	Valor IS para KOH mgKOH / g aceite	Valor IS para NaOH mg NaOH/ g aceite
Aceite de oliva	189,70	135,26
Aceite de coco	268,00	191,09
Aceite de palma	199,10	141,96
Aceite de ricino	180,30	128,56
Aceite de aguacate	187,50	133,69
Aceite de soja	190,60	135,90
Aceite de maíz	192,00	136,90
Aceite de joboba	97,50	69,52
Aceite de palmiste	219,90	156,79
Manteca de cacao	193,80	138,18
Manteca de karité	180,00	128,34

Fuente: Campo di Fiore. *Cosmética ecológica, jabones, detergentes*.

<https://www.jabonnatural.com.campodifiore.pdf>. Consulta: 25 de febrero de 2019.

Tomando un ejemplo, para llevar a cabo la saponificación en su totalidad de 100 gramos de aceite de coco se necesitan 19,0 gramos de NaOH.

2.3.2. Tipos de proceso en la elaboración de jabones

El proceso de elaboración y formulación de jabones se puede realizar de dos diferentes formas:

2.3.2.1. Proceso en caliente

Se calienta la mezcla de las grasas y aceites con la solución de base/ álcali en un rango de temperaturas de 40 °C hasta una temperatura de 75 °C durante varios minutos, hasta alcanzar la reacción de saponificación del jabón.

2.3.2.1.1. Ventajas

- El jabón alcanza un pH estable con menor tiempo.
- El jabón alcanza su peso ideal en un menor tiempo.
- Dependiendo de la temperatura con la que se trabaje, un jabón elaborado en proceso en caliente se encuentra listo para disponer de él.
- Los principios activos de aceites esenciales y fragancias no se alteran, ya que no queda sosa residual.

2.3.2.1.2. Desventajas

- Se obtienen formas rústicas de jabón, ya que la masa es poco manejable.
- El jabón es menos cremoso.
- Los componentes de los aceites de saponificación (no los aditivos) pueden degradarse por la acción del calor.

2.3.2.2. Proceso en frío

Técnica que utiliza exclusivamente el calor generado por la reacción química de los ácidos grasos y el álcali para producir jabón. Es decir, no se aplica calor después de haber mezclado los ingredientes.

2.3.2.2.1. Ventajas

- Jabones más moldeables y manejables.
- Mayores posibilidades creativas, utilizando colores y formas.
- Jabones más cremosos.
- Los componentes de los aceites de saponificación (no los aditivos) no se degradan.

2.3.2.2.2. Desventajas

- Mayor tiempo de curación de un jabón.
- Mayor cantidad de álcali residual que no reacciona durante el proceso.
- Los principios activos, aceites esenciales y fragancias pueden degradarse parcialmente por acción de la sosa residual.

2.4. Ácidos grasos

Ácidos grasos es el nombre común de los ácidos orgánicos con un grupo carboxilo (-COOH) en el extremo y con una cadena que puede variar entre 4 a 30 átomos de carbono, generalmente de forma lineal. Su forma general es R-COOH.

Las grasas y aceites son los componentes por excelencia del jabón, ocupan cerca del 70 % a 80 % de su peso total. Muchas grasas y ácidos comunes son clasificados químicamente como triglicéridos o ésteres de ácidos grasos. Su estructura es muy compleja, consiste en un glicerol que tiene conectado tres moléculas de ácidos carboxílicos (ácidos grasos). En algunas grasas, la cadena ácida es la misma y en otras tienen diferentes estructuras

Los ácidos grasos pueden ser clasificados como saturados o insaturados dependiendo de la presencia de dobles enlaces. Los ácidos oleico, linoleico y linoleico son todos insaturados; mientras que los ácidos láurico, mirístico, esteárico y palmítico son moléculas saturadas. Las grasas sólidas tienden a contener ácidos grasos saturados y los aceites se componen, en su mayoría, de ácidos grasos insaturados.

2.4.1. Clasificación

Se basa en las características de su cadena carbonatada y se clasifican de acuerdo al grado de saturación en saturados e insaturados. Un ácido graso que contenga todo el hidrógeno que pueda incluir en su cadena carbonatada se denomina ácido graso saturado. Un ácido graso insaturado contiene uno o más dobles enlaces en los que es posible unir átomos de hidrógeno adicionales.

2.4.1.1. Ácidos grasos saturados

Solo tienen enlaces simples entre los átomos de carbono, es decir no poseen dobles enlaces. La mayoría son sólidos a temperatura ambiente. Las grasas de origen animal son generalmente ricas en ácidos grasos saturados. Ejemplos de este tipo de ácidos es el mirística (14 carbonos), el palmítico (16 carbonos) y el esteárico (18 carbonos).

2.4.1.2. Ácidos grasos insaturados

Tiene uno o varios enlaces dobles en su cadena y sus moléculas presentan codos, con cambios de dirección en lugares donde aparece un doble enlace, son generalmente líquidos a temperatura ambiente. Son ejemplos el

aceite oleico (18 carbonos, un doble enlace) y el linoleico (18 carbonos y dos dobles enlaces).

2.4.2. Cristalización y solidificación de grasas y aceites

Las propiedades polimórficas de las grasas en las aplicaciones prácticas están determinadas por múltiples factores:

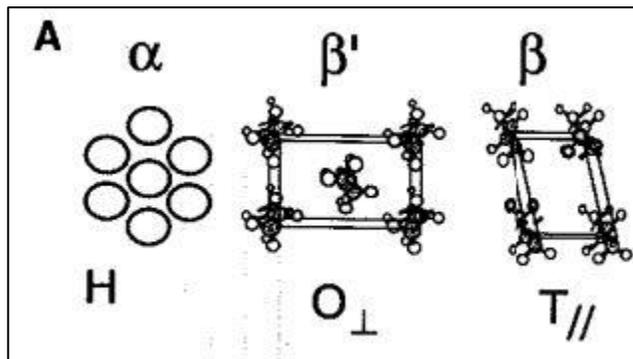
- Las interacciones de los triglicéridos entre los diferentes componentes en cada materia grasa.
- Las interacciones moleculares de cada componente que influyen en la cristalización.
- La transformación bajo diversas condiciones externas (en particular, la variación de la temperatura).
- Las interacciones entre los otros ingredientes, como componentes secundarios, emulgentes, entre otros.

Existen tres formas principales presentadas en las grasas y aceites basándose en las subestructuras celulares, que definen la sección transversal de los modos de empaquetamiento de cadena. La cadena de la estructura produce una secuencia repetitiva involucrada en cada unidad de las células, a lo largo de la cadena sobre un mismo eje.

Tres procesos están implicados durante la cristalización, los cuales dependen directamente de la temperatura:

- Fase nuclearia (fase sólida de formación)
- Cristalización (crecimiento de cristales)
- Maduración de cristal (cristal de la perfección)

Figura 2. **Proceso de cristalización de una grasa**



Fuente: WIDLACK, Neil. *Crystallization and solidification properties of lipid*. p. 3.

2.5. **Materia prima**

Un jabón es una sal que se obtiene mediante el proceso de saponificación, que consiste en la reacción de hidrólisis de ácidos grasos o aceites (animal o vegetal) con una base (hidróxido de potasio, hidróxido de sodio). Dando como resultado de esta reacción una sal de ácido graso (jabón) más glicerina.

Las características fisicoquímicas y organolépticas de los jabones dependerán directamente de las materias primas utilizadas y su calidad. Las materias primas necesarias en la fabricación de jabones son:

2.5.1. Álcalis

Los álcalis más utilizados en la producción de jabón son el hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio. La diferencia entre ambos jabones es que los jabones elaborados con hidróxido de sodio son sólidos, mientras que los jabones elaborados con hidróxido de potasio son líquidos.

Una característica singular de los jabones de sodio es que son opacos porque los cristales hacen que las ondas de luz reboten contra la superficie. Los jabones transparentes también pueden tener una base de sodio, pero se puede ver a través de ellas porque los cristales de jabón se han disuelto con disolventes como alcohol, glicerina o azúcar. Las ondas de luz atraviesan la pasta dando al jabón un aspecto transparente.

El hidróxido de potasio es la base de todos los jabones líquidos, dado que el potasio es mucho más soluble que el sodio y menos propenso a formar cristales. Los jabones líquidos son claros porque la luz los atraviesa sin obstáculos a diferencia de los jabones sólidos.

2.5.2. Agua

Los jabones se elaboran con agua destilada, ya que el agua de grifo contiene dureza total, sulfatos, carbonatos, magnesio, calcio y otras sales que producen la formación de sales ácidas insolubles en la reacción.

El agua blanda debe ser baja en hierro, en magnesio y en calcio, puesto que las sales de hierro expuestas a un pH elevado se vuelven marrones debido a la formación de hidróxidos de hierro, un precipitado gelatinoso.

2.5.3. Fragancia

La fragancia del jabón es la estética para la aceptación del consumidor; pretende enmascarar el olor base del jabón.

Una gran cantidad de productos que aparecen en el mercado están diseñados para personas con piel sensible. Los tipos de fragancias y los niveles utilizados en estos productos de piel sensible son tales que enmascaran los olores base del jabón mientras que proporciona un suave perfume, lo que refuerza su suavidad.

Los niveles de la fragancia están típicamente en el rango de 0,7 % a 1,5 %, pero los productos para la piel sensible contienen niveles mucho más bajos.

2.5.4. Grasa de origen vegetal

Entre las grasas de origen vegetal más utilizadas para la elaboración y formulación de jabones cosméticos se encuentran:

2.5.4.1. Manteca de Karité

Pasta de color amarillo claro, con un punto de fusión entre 35 °C y 43 °C, con un ligero olor. Contiene 55 % de ácido oleico y 40 % de esteárico, con hasta el 17 % de insaponificables.

La manteca de Karité tiene notables cualidades como protector solar por su contenido natural en ácido cinámico. Es muy utilizada en cosméticos para retrasar la pérdida de hidratación en la piel.

2.5.4.2. Manteca vegetal

Esta sustancia blanca y densa se elabora principalmente con aceite de soja. Es aconsejable utilizarla en combinación con otros aceites, pero nunca como ingrediente principal. La manteca vegetal añade estabilidad y volumen al jabón y se mezcla bien con otros aceites primarios y con los aditivos.

2.5.4.3. Aceite de canola

Aceite comestible de color amarillo claro. Bajo en ácido grasos saturados, tiene un contenido ácido oleico parecido al del aceite de oliva. También contiene ácidos grasos omega-3, los denominados ácidos grasos esenciales.

2.5.4.4. Aceite de coco

Extraído de la pulpa del coco, puede adquirirse en droguerías o en tiendas especializadas de productos alimentarios. El aspecto del aceite de coco varía en función de la temperatura ambiente, líquido y blanco si la temperatura es más bien baja.

Si el aceite de coco se encuentra en estado sólido, se debe calentar para recuperar su estado líquido. El aceite de coco produce un jabón cremoso pero firme, de agradable espuma. Su principal inconveniente es que puede reseca la piel. Para contrarrestar este efecto se suelen añadir aceites hidratantes.

2.5.4.5. Aceite de oliva

Famoso por sus propiedades hidratantes, contribuye a mantener la humedad natural de la piel. Hay muchas clases de aceite de oliva y se diferencian por su color, aroma, sabor y precio.

Para hacer jabón puede utilizarse cualquier tipo. El extra virgen y el virgen, procedentes de la primera extracción en frío de las olivas, son fragantes y de color dorado oscuro, pueden hacer que el jabón huela a aceituna y le dan un color ligeramente amarillento.

El proceso de saponificación de estos aceites es bastante lento. El aceite de oliva que se obtiene de la última prensada de las aceitunas, denominado orujo, es prácticamente inodoro, mucho más barato y saponifica con rapidez. Produce un jabón firme y de gran calidad, de espuma suave y abundante. Alto contenido de ácido oleico, insaponificables del 0,5 % al 1,5 %.

2.5.4.6. Aceite de palma

Conforma una masa de color amarillo rojizo o amarillo pálido con un ligero olor a violeta. Extraído de la palma aceitera, sus propiedades son similares a las del sebo.

El jabón obtenido con este aceite es fácil de fabricar porque saponifica bien y reacciona de forma predecible a la sosa. Como el sebo, produce un jabón firme y duradero, pero de poca espuma.

2.5.4.7. Aceite de ricino

También conocido como aceite de palma Christi. Aceite de color amarillo claro, viscoso, derivado de la prensa en frío de las semillas. Excelentes propiedades conservantes; no se vuelve rancio a menos que se caliente excesivamente.

Tiene una buena capacidad para humedecer pigmentos y por eso se utiliza normalmente para elaborar barras de labios. Aproximadamente tiene un 87 % de ácido ricinoleico.

El punto de fusión suele ser del 84 °C al 89 °C. El aceite de ricino sulfatado procede de la reacción del aceite de ricino con una forma de ácido sulfúrico, es un surfactante aniónico semisintético y no debe emplearse como base de jabón.

2.5.5. Grasa de origen animal

Entre las grasas de origen animal más utilizadas para la elaboración y formulación de jabones cosméticos se encuentran:

2.5.5.1. Sebo

Grasa de ganado bovino y oveja. El término sebo a veces se refiere específicamente a la grasa dura que se encuentra alrededor de los riñones de los animales. Es uno de los componentes más utilizados en los jabones comerciales debido a su alta disponibilidad y a su bajo costo.

El sebo procede de la grasa animal tras ser sometido a un proceso de purificación. Primero se corta en trozos la grasa animal, se funde al fuego y luego se purifica filtrando el líquido varias veces para eliminar las impurezas.

Una vez frío, el producto final es una sustancia compacta, blanquecina y prácticamente inodora. La purificación del sebo es un paso importante en la fabricación de jabón. Cuanto más limpio sea el sebo, mayor calidad tendrá el jabón.

2.5.5.2. Manteca de cerdo

Grasa interna purificada del abdomen del cerdo; sólida, blanca y blanda a temperatura ambiente. Contiene mayoritariamente ácidos oleicos, esteáricos y palmíticos. Se utiliza en el jabón y para ungüentos por su alto grado de absorción.

2.6. Propiedades fisicoquímicas de un jabón

A continuación se describen las propiedades medidas a una pastilla de jabón.

2.6.1. Alcalinidad libre

La alcalinidad libre hace referencia al álcali en exceso de una muestra de jabón determinada. Este parámetro se determina por medio del siguiente procedimiento:

- Pesar 5 g de muestra en earlenmeyer de 50 mL.
- Añadir 100 mL de alcohol diluido.

- Poner a calentar la disolución y, cuando esta se encuentre disuelta, agregar las gotas de fenoftaleína al 1 %.
- Poner a enfriar la muestra.
- Titular la solución con ácido sulfúrico H_2SO_4 a 0.01N.
- Observar la cantidad de mL gastados al momento de su viraje.
- Por medio del volumen de mL gastados, encontrar la concentración de álcali libre presente en la muestra.

El parámetro de alcalinidad libre es medido únicamente a nivel industrial en análisis de laboratorio para jabones de tocador.

2.6.2. Alcalinidad total

La alcalinidad total hace referencia a la suma del álcali que reaccionó en el proceso de saponificación del jabón, así como el álcali libre que no reaccionó. El resultado obtenido de alcalinidad total es el porcentaje en peso de hidróxido de sodio (NaOH) en la muestra.

El parámetro de alcalinidad total es medido únicamente a nivel industrial en análisis de laboratorio para jabones de lavandería. Este se determina por medio del siguiente procedimiento:

- Pesar 5 g de muestra en earlenmeyer de 50 mL.
- Añadir 100 mL de alcohol diluido.
- Poner a calentar la disolución y, cuando esta se encuentre disuelta, agregar las gotas de fenoftaleína al 1 %.
- Poner a enfriar la muestra.
- Titular la solución con ácido sulfúrico H_2SO_4 a 0.01N, la cual se llamará solución 1 (S1).

- Tomar la solución S1 y añadir naranja de metilo.
- Continuar titulando la solución con HCl a 0,01N hasta observar un cambio de coloración de anaranjado a rosado pálido.
- Observar la cantidad de mL gastados al momento de su viraje.
- Por medio del volumen de mL gastados, encontrar la concentración de alcalinidad total presente en la muestra.

2.6.3. Análisis de *titer* (grasa o aceite)

El *titer* del sebo crudo es un factor que sirve para determinar la calidad del sebo y la dureza del jabón que este producirá. El *titer* se define como el punto de solidificación de los ácidos grasos contenidos en el sebo, expresado en grados Celsius.

Una grasa o aceite cuyo *titer* 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. Un elevado valor de *titer* produce jabones duros, mientras que un valor bajo de *titer* produce jabones blandos. El procedimiento para medir el *titer* en una muestra de jabón es el siguiente:

- Pesar 100 g de muestra de jabón partiéndolo con espátula en pedazos e introducirlos en un *beacker*.
- Agregar 600 mL de agua desmineralizada.
- Calentar la disolución con un agitador magnético.
- Al estar disuelta, agregar 70 mL de ácido sulfúrico al 30 % para hacer precipitar los ácidos grasos presentes en la muestra.
- Calentar y agitar hasta que los ácidos grasos estén claros; de ser necesario agregar alcohol en pequeñas dosis.

- Calentar agua destilada en un matraz de 200 mL o *beacker* para lavado de ácido graso.
- Sacar de la plancha de calentamiento la disolución y remover capa acuosa que contiene los ácidos grasos.
- Hacer mínimo 4 lavados de 400 mL cada uno, con agua caliente o hasta que sea neutro al naranja de metilo.
- Al terminar el último lavado, drenar el agua por completo a la muestra; colocar un papel filtro sobre *beacker* de 250 mL para filtrar la muestra de ácidos grasos.
- Colocar *beacker* en el horno durante 45 minutos hasta que el ácido graso esté libre de humedad.
- Llenar un tubo de ensayo especial para *titer* a la mitad con ácido graso.
- Colocar dentro del tubo la batidora y un termómetro digital.
- Batir de arriba hacia abajo hasta lograr que los ácidos grasos se tornen opacos.
- Esperar a que la temperatura del sistema se estabilice y tomarla como punto *titer*.

Los límites específicos para que los criterios de calidad a nivel industrial sean aceptables en un análisis de *titer* son los siguientes:

Tabla II. **Límites específicos de calidad para análisis *titer***

Tipo de viruta	Límite específico inferior de temperatura °C	Límite específico superior de temperatura °C
Viruta especial	38,0	40,0
Viruta <i>premium</i>	42,0	44,0
Viruta vegetal	38,5	40,5

Fuente: elaboración propia.

2.6.4. Análisis de cloruros

Este análisis sirve para determinar la concentración de cloruros añadidos en el proceso de elaboración del jabón, utilizados para enriquecer la formulación del jabón en un proceso industrial. El resultado se reporta en porcentaje de concentración de cloruro de sodio y se mide de la siguiente forma:

- Pesar 2 gr en Erlenmeyer de 250 ml.
- Agregar 50 ml de agua desmineralizada.
- Disolver jabón en la solución de agua.
- Calentar solución en plancha caliente.
- Enfriar la muestra hasta alcanzar una temperatura ambiente.
- Agregar 10 mL de sulfato de magnesio al 15 %.
- Filtrar.
- Recibir muestra filtrada en otro Erlenmeyer de 250 mL.
- Agregar de 5 a 10 gotas de cromato de potasio.
- Titular solución con nitrato de plata a 0,1 N.
- Parar titulación hasta alcanzar un viraje de color amarillo a color rojo ladrillo.
- Despejar la concentración de cloruro, por medio del gasto en mL de la titulación.

2.6.5. Ácidos grasos totales (TFA)

Este parámetro sirve para cuantificar la cantidad de grasa total y/o de ácidos grasos totales en una muestra. El TFA se mide de la siguiente forma:

- Pesar 5 gramos de muestra y colocarlos en una ampolla de extracción de 250 ml. Agregar 75 ml de agua o cantidad suficiente para tener un volumen adecuado.
- Agregar ácido clorhídrico en relación 1:1 y 10 mL de naranja de metilo.
- Agitar y mantener entre 20 °C y 25 °C.
- Agregar suficiente cloruro de sodio para hacer un volumen de 160 mL.
- Agregar 50 mL de éter etílico.
- Invertir la ampolla y mezclar, esperar a que se produzca la separación y extraer.
- Hacer otra extracción con 50 mL de éter etílico.
- Combinar los extractos y filtrar.
- Lavar con éter etílico el papel filtro.
- Evaporar el etanol y el éter etílico.
- Secar a temperatura de 105 °C durante 2 horas.
- Pesar.

2.6.6. Bar feel

Análisis de laboratorio que sirve para determinar cuántos puntos duros tiene una pastilla de jabón. Para realizar esta prueba se toma una muestra de jabón de aproximadamente 100 gramos, la cual es deslizada por la superficie de las manos en movimientos circulares con agua fría. Los puntos duros denotan que el jabón podría llegar a dañar o lastimar la piel, lo ideal es tener un jabón con una superficie perfectamente lisa.

2.6.7. Cracking

Análisis de laboratorio que indica las fisuras o agrietamientos 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 transcurrido el tiempo que requiere el ensayo. El procedimiento es el siguiente:

- Llenar un recipiente con agua a 20 °C.
- Sumergir la pastilla de jabón totalmente en el recipiente y dejar reposar por 24 horas.
- Escurrir la pastilla.
- Dejar secar por 24 horas.
- Determinar el grado de agrietamiento del jabón según características de la siguiente tabla:

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

Criterio	Grado	Descripción
Aceptación	0	Sin grietas
	1	Con grietas finas (tamaño del grosor de un cabello).
	2	Grieta delgada en uniones laterales.
Rechazo	3	Grieta ancha en uniones laterales.
	4	Grieta ancha en toda la unión.
	5	Grieta abierta en toda la unión.
	6	Hendidura profunda en toda la unión.
	7	Uniones abiertas y externas.

Fuente: elaboración propia.

2.6.8. Densidad de mezcla

La densidad se define como la relación de la masa de una mezcla con su volumen. La unidad utilizada en el SI para la densidad es kg/m³, equivalente a medirse en g/mL o g/cm³.

La densidad es una propiedad intensiva de la materia, es decir, no depende de la cantidad de sustancia; no obstante, sí depende de la temperatura. Para conocer la densidad de líquidos es necesario determinar el volumen que ocupan y su masa. El volumen se determina con el material adecuado (probeta, pipeta, entre otros) y la masa se determina empleando una balanza adecuada.

El picnómetro es un instrumento sencillo utilizado para determinar la densidad de líquidos con mayor precisión. Es importante mencionar que los picnómetros deben estar calibrados.

2.6.9. Dureza

La dureza de un material mide cuánto se deformó un cuerpo ante una determinada fuerza. La dureza se puede medir con un aparato llamado durómetro, el cual es una pequeña aguja con un muelle bien calibrado que presiona hacia la parte exterior mientras que una aguja indicadora muestra cuánta parte de la aguja se encuentra afuera. Los análisis de dureza se aplican únicamente en superficies planas.

Para diferentes tipos de material existen diferentes escalas con diversas condiciones de carga y penetradores que se utilizarán dependiendo de la muestra a ensayar.

2.6.9.1. Durómetro Shore ASTM D2240

Es un dispositivo de modelo estándar utilizado para medir la dureza de elementos blandos o semiblandos clasificados como tipo Shore A. Califican entre ellos: plásticos, cauchos, jabones y elastómeros. Se requiere verificar que

la superficie donde se realizará la prueba sea plana, de lo contrario los resultados no son exactos. Este durómetro está compuesto por un dispositivo de medición con cabezal de medición y un reloj antideslumbrante de 360° con una precisión de lectura de 0,5 unidades de dureza.

La medición de la dureza Shore se basa en el siguiente principio: un cuerpo penetrador es presionado continuamente en el material a medir, con una fuerza determinada. Se mide la deformación en el punto de presión y de esta manera se obtiene el valor de la dureza del material.

La dureza de penetración es inversamente proporcional a la penetración y depende del módulo de elasticidad y de las propiedades viscoelásticas del material. La forma del penetrador, la fuerza aplicada sobre este y la duración de su aplicación influyen sobre los resultados obtenidos.

El durómetro Shore cumple con todas estas normas: DIN 53505, ISO 868, ISO 7619 y ASTM D 2240. Este dispositivo mide la dureza de una superficie en unidades Shore con un rango de escala de 0 a 100 unidades Shore.

Figura 3. **Durómetro Shore**



Fuente: PCE Instruments. *Soluciones en medición industrial*. <http://solucionesenmedicionindustrial.com/pce-iberica-mexico.html>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.6.9.2. Penetrómetro

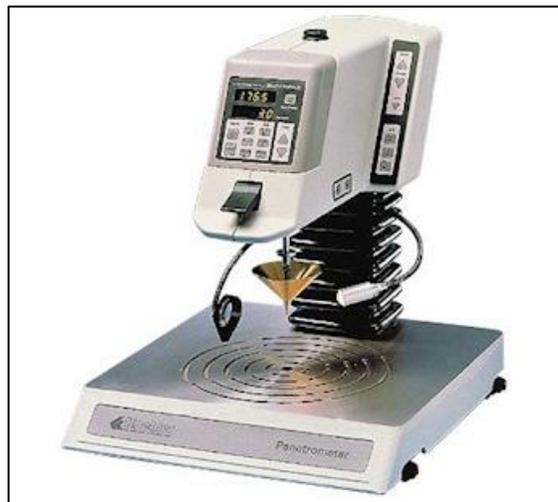
Los análisis de penetración son desarrollados para determinar la consistencia o dureza de un producto para propósitos de calidad o identificación. El instrumento utilizado para la determinación de la consistencia y propiedades de penetración se denomina penetrómetro y mide la dureza de un producto por medio de mm de penetración.

Este equipo consta de un cono o una aguja, el cual es liberado libremente sobre la muestra en diferentes periodos de tiempo a una temperatura constante. La profundidad de penetración del cono o la aguja sobre la muestra es medida en décimas de milímetro por el penetrómetro. Cuanto menos rígida es la muestra, mayor es la profundidad que sumerge el penetrador, y por lo tanto

mayor es el número de penetración. Entre las aplicaciones del penetrómetro se encuentran:

- Industria pesada: grasas lubricantes, vaselinas, betún y ceras minerales, entre otros.
- Industria de alimentos: chocolate, pan, frutas, salchichas, pastas, queso, confituras, mermeladas, ketchup, mayonesa, miel, *yogurt*, gelatinas, grasas, mostazas, cremas, entre otros.
- Productos cosméticos: jabones, labiales, pasta dentífrica, polvos compactos, cremas cosméticas, entre otros.
- Industria de pinturas: barnices, tintas y pastas cerámicas. Goma, pegamentos, plásticos, cauchos y siliconas.
- Industria petróleo y petroquímica: grasas, asfaltos, entre otros.
- Productos semisólidos en general.

Figura 4. **Penetrómetro marca Kohler modelo K95500**



Fuente: PCE Instruments. *Soluciones en medición industrial*. <http://solucionesenmedicionindustrial.com/pce-iberica-mexico.html>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.6.10. Humedad

Porcentaje de agua contenido en determinada muestra. El contenido de humedad afecta la capacidad de procesamiento, el período de conservación, la usabilidad y la calidad de un producto.

La humedad de una muestra puede ser determinada por medio de una balanza de humedad, o bien, por medio de un horno secador en combinación de una balanza analítica. El contenido de humedad se determina mediante un método termogravimétrico, es decir, por la pérdida de peso en el secado donde se calienta la muestra y se registra la pérdida de peso debida a la evaporación de la humedad.

El porcentaje de humedad en un jabón es un indicador que refleja la facilidad con la que un jabón puede disolverse; también representa el rendimiento de jabón. Cuando el jabón se disuelve con mayor facilidad refleja un bajo rendimiento de este.

Figura 5. **Horno secador**



Fuente: Veteris. *Horno secador*. <https://www.veteris.mx>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

Figura 6. **Balanza de humedad**



Fuente: Veteris. *Balanza de humedad*. <https://www.veteris.mx>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.6.11. Nivel de espuma

No es una propiedad estrictamente relacionada con la capacidad de limpieza; es una propiedad valorada por los consumidores por asociación al concepto de detergencia. Es una propiedad cuantitativa que está ligada con la formulación del producto.

La formación de espuma se determina pesando muestras iguales de cada prueba y colocando cada muestra en probetas distintas e identificadas. Las probetas son sometidas a agitación constante durante un tiempo determinado, lo cual provoca la formación de espuma. Esta se mide en cm³ de espuma formada y después de un tiempo se mide nuevamente para ver la estabilidad de la espuma que se formó.

2.6.12. pH

El pH de un jabón varía según la aplicación que se le da al mismo. Su rango se encuentra entre 5,5 y 8,0, mientras que el rango de pH de una persona se encuentra entre 4,5 y 5,9.

Un jabón de tocador debe tener pH de 7 adecuado para su uso, ya que al ser mezclado con el agua disminuye su alcalinidad y causa los efectos de neutralidad en su uso. Un jabón de pH muy alto sobrepasa la capacidad *buffer* de la piel, provocando inflamaciones severas y sequedad extrema.

La medición del pH de los jabones se realiza preparando una solución al 2 % del jabón o detergente en agua destilada y midiendo las unidades de pH con un potenciómetro electrónico.

Figura 7. Potenciómetro



Fuente: PCE Instruments. *Soluciones en medición industrial*. <http://solucionesenmedicionindustrial.com/pce-iberica-mexico.html>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.6.13. Temperatura

Es una magnitud que hace referencia al calor medible mediante un termómetro. Esta magnitud se encuentra relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, conocida como energía cinética, que es la energía asociada a los movimientos de las partículas del sistema, sea en un sentido traslacional, rotacional o en forma de vibraciones. A medida que sea mayor la energía cinética de un sistema, se observa que el sistema se encuentra más caliente; es decir, que su temperatura es mayor.

Mantener la temperatura en forma constante durante la elaboración del jabón es de vital importancia, ya que no debe sobrepasar el punto en el cual el ácido graso se descompone, la reacción podría no ser reversible y con ello se afecta el producto final.

Figura 8. **Termómetro digital**



Fuente: PCE Instruments. *Soluciones en medición industrial*. <http://solucionesenmedicionindustrial.com/pce-iberica-mexico.html>. Consulta: 3 de mayo de 2019.

2.6.14. Tiempo de curación del jabón

Es el tiempo que tarda el jabón en llegar a un pH adecuado para su uso. Está directamente relacionado con la velocidad a la que se efectúa la mezcla, el grado de saturación de las grasas y los aceites, la fuerza de la solución de sosa, el porcentaje de agua utilizado y las temperaturas de elaboración del jabón.

Mientras mayor sea la agitación es más rápida la reacción. Los preparados altamente saturados cuajan más rápido que los altamente insaturados.

El tiempo de curación se mide mediante el monitoreo del pH del jabón y cuando este logra tener una masa constante. Un jabón debe alcanzar un pH óptimo de 7 para ser utilizado con fines cosméticos.

Las medidas de los parámetros aceptables que se miden en una industria de jabón son las siguientes:

Figura 9. Criterios aceptables de calidad en jabones

Propiedad	Cantidad en	Valor mínimo	Valor máximo
Cloruros	%w NaCl	0,20	0,80
Alcalinidad	%w NaOH	0,50	0,50
Humedad	%w H ₂ O	15,50	18,50
<i>Cracking</i>	B / P / N	0,00	0,00
<i>Bar feel</i>	Clasificación	9,00	10,00
Penetrometría en fresco	mm	0,00	1,90
Penetrometría a las 24h	mm	0,00	1,80

Fuente: elaboración propia.

2.7. Propiedades organolépticas de un jabón

La apariencia, el color y olor de los jabones en barra suele revelar fácilmente fenómenos que ocurren al interior del producto. Respecto a la apariencia, la presencia de partículas revela la insuficiencia del proceso de mezclado para homogenizar los ingredientes y formar una estructura resistente.

Por su parte, el color y el olor indican el progreso de reacciones de oxidación, entre otros tipos de procesos de inestabilidad. Finalmente, las tres propiedades organolépticas mencionadas tienen un gran impacto en el consumidor, por lo que es esencial garantizar que el proceso de fabricación sea estable y produzca lotes con alta calidad.

2.7.1. Pruebas de análisis sensorial

El consumidor valora el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala propuesta. Las pruebas de análisis sensorial son una herramienta efectiva en el diseño de productos, y se utilizan con mayor frecuencia porque son los consumidores quienes, en última instancia, convierten un producto en éxito o fracaso.

Las pruebas de análisis sensorial realizadas hacia el mercado de los consumidores, previas al lanzamiento de un producto, resultan ser de mucha utilidad en la introducción de nuevos productos. Un producto con baja ponderación en las pruebas es muy difícil que logre resaltar en un mercado.

2.7.1.1. Olor

Es la sensación resultante de la recepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo. El olor se genera por una mezcla compleja de gases, vapores y polvo, donde la composición de la mezcla influye en el tipo de olor percibido por el receptor. Todo aquello que no es posible percibir por medio del sentido del olfato se denomina inodoro.

El término aroma es usado principalmente por la industria de cosméticos para describir un olor placentero y es comúnmente usado para referirse a perfumes.

2.7.1.2. Color

Impresión producida por un tono de luz en los órganos visuales, es una percepción visual que se genera en el cerebro humano y otros animales al interpretar las señales nerviosas que envían los fotorreceptores en la retina del ojo, que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan de la parte visible del espectro electromagnético.

A los seres humano el mundo se les muestra en color. Las cosas que ven no sólo se diferencian entre sí por su forma y tamaño, sino también por su colorido. Cada vez que se observa la naturaleza se puede apreciar la cantidad de colores que están alrededor gracias a la luz que incide sobre los objetos.

2.7.1.3. Textura

Organización de los elementos que constituyen la materia de un cuerpo cualquiera, específicamente referido a los que están en su superficie y son

apreciables por vista o tacto. La textura es la apariencia externa y superficial de la estructura de los materiales, objetos y cosas que rodean un lugar.

La textura puede ser óptica o visual, cuando las diferencias en la superficie solo pueden ser captadas por el ojo, pero no responden al tacto. Así mismo, la textura puede ser táctil cuando se presentan diferencias que responden, a la vez, al tacto y a la vista.

Se utilizan las mismas palabras para nombrar a las texturas visuales y a las que provienen de una experiencia táctil: áspera, suave, rugosa, dura, blanda o lisa. Otras texturas tienen un sentido fundamentalmente visual: brillante, opaco, apagado, transparente, claro, metálico o iridiscente.

2.7.1.4. Apariencia

Se refiere al aspecto exterior de una persona o cosa. De esta descripción general del término se desprende que, cuando se habla de apariencia, se hace referencia estrictamente a ese ser externo de una persona o cosa y que, no por como sea este o la sensación por fuera que produce, será así internamente.

La apariencia física hace referencia a cómo se ve y cómo se percibe un objeto o individuo. Es uno de los componentes principales de la comunicación no verbal.

3. METODOLOGÍA

3.1. Variables

Las variables del presente experimento se encuentran definidas por:

3.1.1. Variables independientes

- Concentración de hidróxido de sodio
- Temperatura
- Aceite

3.1.2. Variables dependientes

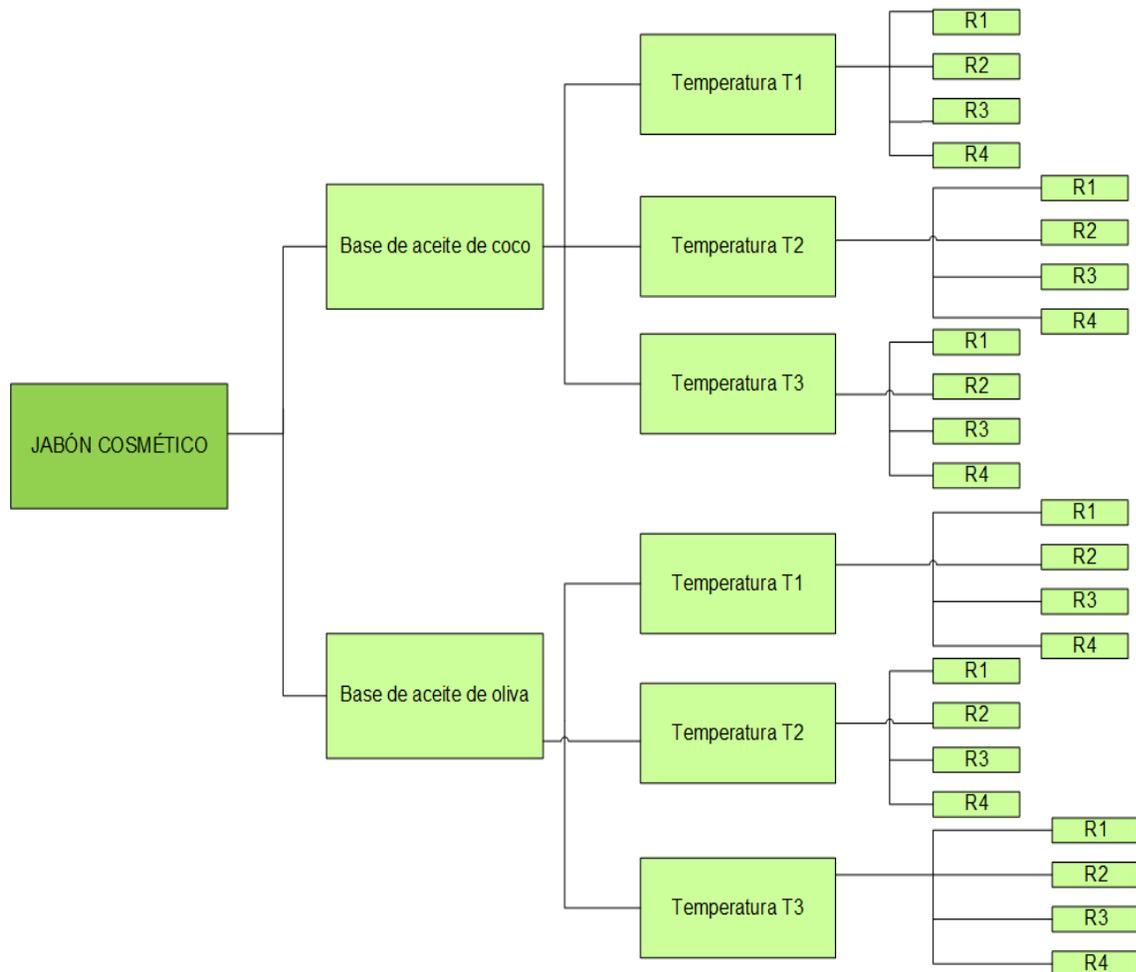
La siguiente tabla ejemplifica las variables dependientes del presente estudio.

Tabla IV. Descripción de variables dependientes e independientes

#	Variable	Unidad de medición	Equipo / medición	Constante	Variable
1	Solución de hidróxido de sodio	mol/L	Balanza analítica, probeta, beacker	X	
2	Base de aceite	mL	Probeta	X	
3	Temperatura	°C	Termómetro digital	X	
4	Índice de saponificación	mg KOH / g aceite	Balanza analítica		X
5	Densidad	g/mL	Balanza analítica, probeta, picnómetro		X
6	Porcentaje de humedad	%	Termo balanza, horno		X
7	Índice de espuma	mL / mL	Probeta		X
8	Dureza Shore	Unidades Shore	Durómetro Shore		X
9	Tiempo de curación	h	Cronómetro, potenciómetro		X
10	pH	-	potenciómetro		X
11	Olor	-	Sentido del olfato		X
12	Color	-	Sentido de la vista		X
13	Textura	-	Sentido del tacto		X
14	Apariencia	-	Sentido de la vista		X

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Diseño experimental**



Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

- Fundamento del conocimiento: química analítica, química orgánica, extracciones industriales y transferencia de masa en unidades continuas.
- Aplicación de procedimiento experimental: transferencia de masa líquido-sólido y análisis estadístico.

- Ubicación: Laboratorio de Físicoquímica, edificio T-5. Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3. Recursos humanos

- Investigadora: Br. Krisbel Dayanara Orellana Martínez
- Asesora: Inga Qca. Cinthya Patricia Ortíz Quiroa

3.4. Recursos materiales

A continuación se describen los recursos materiales utilizados en la investigación.

3.4.1. Materia prima

- Aceite de coco en grado alimenticio (Distribuidora del Caribe)
- Aceite de oliva en grado alimenticio (Distribuidor Quimi Prova)
- Aceite esencial de romero (Distribuidor Quimi Prova)

3.4.2. Equipos auxiliares

- Campana de extracción
 - Modelo APV 655
 - Voltaje 120V
 - Amperaje 6A
 - Serie 137
 - Watts 720
 - Frecuencia 60 Hz
 - Hecha en SERPROMA-LAB

- Plancha de calentamiento
 - Rango de temperatura 0 °C a 500 °C

- Horno secador
 - Marca PREMLAB
 - Uniformidad de $\pm 0,5$ °C
 - Frecuencia 50-60 Hz
 - Capacidad interior: 5ft³

3.4.3. Instrumentos de medición

- Balanza analítica
 - Voltaje 12V-30V.
 - Pesaje máximo: 2 100 g
 - Modelo BP2100S
 - Capacidad de lectura 0,001 g

- Cronómetro digital
 - Capacidad de lectura 0,0001 s

- Potenciómetro
 - Calibración mínima de dos puntos de soluciones tampón
 - Capacidad de memoria integrada
 - Posibilidad de envío de datos a impresora o PC
 - Visualización gráfica del estado real del electrodo
 - Rango de medición del pH mínimo de 1 a 14

- Durómetro Shore
 - Norma: ASTM D 2 240

- Unidad de medición: unidades Shore
- Escala de medición de 0-100

3.4.4. Cristalería

- Probeta
 - Capacidad 10 mL, 25 mL, 100 mL y 250 mL
- *Beacker*
 - Capacidad 50 mL, 100 mL, Y 500 mL
- Picnómetro
 - Capacidad 100 mL, 50 mL
- Balón aforado
 - Capacidad 100 mL, 50 mL
- Varilla de agitación
- Vidrio de reloj

3.4.5. Software de medición y cálculos

- Microsoft Excel, versión 2013

3.4.6. Reactivos

- Hidróxido de sodio en estado sólido (grado farmacéutico)

3.5. Técnicas cuantitativas y cualitativas

Se elaboraron jabones con diferente base de aceite, aplicando una misma formulación del resto de los componentes. Se trabajó con una concentración de hidróxido de sodio de 11,70 M para el aceite de coco, y una concentración de 9,25 M para el aceite de oliva. Dicho procedimiento se llevó a cabo a una temperatura de 26 °C, 45 °C y 65 °C, con cuatro observaciones por cada temperatura.

Luego de la elaboración de las muestras se realizó la evaluación de las propiedades fisicoquímicas de los jabones: índice de saponificación, densidad de la mezcla previo a la solidificación, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza Shore de la muestra y el tiempo de curación de los jabones cosméticos.

Para la recolección de la información se utilizaron los siguientes procedimientos:

3.5.1. Determinación del índice de saponificación

Se identificó la cantidad de miligramos de álcali necesarios para la reacción de saponificación con el aceite de coco y con el aceite de oliva. El índice de saponificación indicó el punto donde el aceite se convirtió en jabón.

- Se colocó 75 mL de base de aceite en un *beacker*.
- Se preparó la solución de álcali.
- Se añadió lentamente la solución de álcali al aceite agitando continuamente la mezcla.
- Se paró la adición hasta que la reacción sucedió.

- Se anotó la cantidad de volumen (mililitros) de álcali gastado y la concentración de la solución utilizada.
- Se determinó el índice de saponificación de la muestra en función del álcali utilizado (NaOH).
- Por medio del peso molecular, se pasó el índice de saponificación a términos de unidades de KOH.

3.5.2. Determinación de la densidad de mezcla previo a la solidificación

Representa la cantidad de masa en gramos por jabón que ocupa un mililitro de jabón. Se tomaron las medidas de la densidad de los jabones en su estado líquido, justo después de que se formó la mezcla heterogénea de todos los componentes.

- Se taró una probeta vacía
- Se añadieron 10 mL de muestra de la mezcla de jabón a la probeta
- Se pesó la probeta llena de la mezcla de jabón
- Se anotó la lectura que arrojó la balanza analítica
- Se utilizó la siguiente ecuación para el cálculo:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde:

V	Volumen de la mezcla de jabón (mL)
m	Masa de la mezcla heterogénea de jabón (g)

3.5.3. Determinación de porcentaje de humedad de la muestra de jabón

Es la materia seca que permanece en el jabón después de la remoción del agua. Dicha prueba se practicó luego de que el jabón tomó consistencia sólida estable y de haber transcurrido el tiempo de curación de los jabones.

- Se introdujo un crisol vacío al horno.
- Se introdujo el crisol vacío al desecador.
- Se pesó el crisol vacío en la balanza analítica.
- Se llenó 1 gramo de muestra de jabón en el crisol.
- Se introdujo la muestra de jabón al horno.
- Se dejó desecar la muestra por 24 horas.
- Se sacó la muestra del horno y se introdujo en el desecador.
- Se pesó el crisol con la masa seca de jabón y se anotó la lectura que arrojó la balanza.
- Se calculó la humedad de la muestra por medio de la siguiente ecuación:

$$\%Humedad = \frac{m1 - m2}{m1}$$

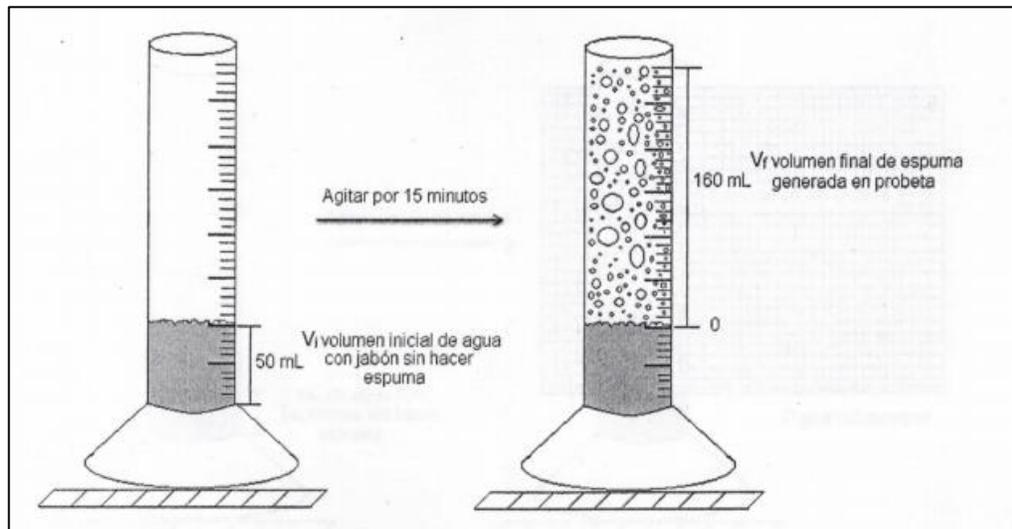
Donde:

$m1$	Masa inicial de la muestra (g)
$m2$	Masa final de la muestra (g)

3.5.4. Determinación de índice de espuma

- Se midió en la balanza 1 g de jabón.
- Se disolvió el jabón en una probeta con 22 mL de agua destilada.
- Se introdujo un agitador magnético al fondo de la solución.
- Se agitó la muestra por 25 minutos en la plancha de agitación magnética.
- Se midió la cantidad de espuma producida, con base en la siguiente figura:

Figura 11. Medición de índice de espuma



Fuente: LÓPEZ, Danilo. *Extracción por prensado mecánico y caracterización físico-química del aceite de Arachis Hypogaea L. (maní), variedad Georgia 06-G Lafqa-Unan, enero-junio 2017.*

p. 36.

Se utilizó la siguiente ecuación para su cálculo.

$$\% \text{ índice de espuma} = \frac{V_2}{V_1} * 100$$

Donde:

V1 Volumen inicial de agua con jabón sin hacer espuma (mL)

V2 Volumen final de espuma generada en la probeta (mL)

3.5.5. Determinación de dureza Shore ASTM D-2240

- Se colocó la muestra de ensayo en una superficie horizontal.
- Se aplanó la superficie delimitada para realizar el ensayo por medio de una cuchilla.
- Se sujetó el durómetro Shore en posición vertical con la punta de penetración a no menos de 12 mm de cualquiera de los bordes de la muestra.
- Se presionó la aguja contra la muestra de prueba.
- Se tomó la lectura que arrojó el durómetro en unidades Shore.

3.5.6. Determinación de tiempo de curación

Representa el tiempo que tardó el jabón en llegar a su pH óptimo. La aplicación de esta prueba se tomó desde que las mezclas heterogéneas de los jabones se colocaron en los moldes respectivos.

- Se calibró el potenciómetro con soluciones *buffer*.
- Se realizó una solución de 1 gramo de jabón con 10 mL de agua destilada.
- Se determinó el pH de la solución y se anotó la lectura que arrojó el potenciómetro.
- Se repitió dicho procedimiento cada 3 días, hasta que los jabones llegaron a su pH óptimo.

3.5.7. Análisis sensorial

Se identificó, analizó e interpretó las respuestas percibidas por medio del sentido de la vista, gusto, olfato y tacto sobre las muestras de jabón, obteniendo resultados concluyentes.

- Se seleccionó una muestra poblacional entre 15 y 50 años.
- Se fijaron las muestras de los jabones a evaluar. Fueron los 2 tipos de jabones, de aceite de coco y de aceite de oliva.
- La persona observó la apariencia física de la muestra 1.
- La persona olió la muestra 1.
- La persona se lavó manos, cara y cuerpo con la muestra 1.
- Se repitió la evaluación por 3 veces en el día con la muestra 1.
- Se esperaron 24 horas para que las propiedades de la muestra 1 desaparecieran del individuo encuestado.
- La persona observó la apariencia física de la muestra 2.
- La persona olió la muestra 2.
- La persona se lavó las manos, cara y cuerpo con la muestra 2.
- Se repitió la evaluación por 3 veces en el día con la muestra 2.
- La persona emitió su opinión, llenando la encuesta de la prueba hedónica (figura 3).
- Se analizaron las propiedades de olor, color, textura y apariencia de los jabones por medio de la escala propuesta en el siguiente formato:

Figura 12. **Recolección de datos de análisis sensorial**

NOMBRE _____ EDAD _____ SEXO F _____ M _____		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PUNTAJE</th> <th>CALIFICACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>Me gusta muchísimo</td></tr> <tr><td>8</td><td>Me gusta mucho</td></tr> <tr><td>7</td><td>Me gusta moderadamente</td></tr> <tr><td>6</td><td>Me gusta ligeramente</td></tr> <tr><td>5</td><td>Ni me gusta ni me disgusta</td></tr> <tr><td>4</td><td>Me disgusta ligeramente</td></tr> <tr><td>3</td><td>Me disgusta bastante</td></tr> <tr><td>2</td><td>Me disgusta mucho</td></tr> <tr><td>1</td><td>Me disgusta muchísimo</td></tr> </tbody> </table>		PUNTAJE	CALIFICACION	9	Me gusta muchísimo	8	Me gusta mucho	7	Me gusta moderadamente	6	Me gusta ligeramente	5	Ni me gusta ni me disgusta	4	Me disgusta ligeramente	3	Me disgusta bastante	2	Me disgusta mucho	1	Me disgusta muchísimo						
PUNTAJE	CALIFICACION																												
9	Me gusta muchísimo																												
8	Me gusta mucho																												
7	Me gusta moderadamente																												
6	Me gusta ligeramente																												
5	Ni me gusta ni me disgusta																												
4	Me disgusta ligeramente																												
3	Me disgusta bastante																												
2	Me disgusta mucho																												
1	Me disgusta muchísimo																												
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANÁLISIS SENSORIAL DE UN JABÓN COSMÉTICO </div>																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">NO</th> <th rowspan="2">DESCRIPCION DE ASPECTO</th> <th colspan="2">CALIFICACION</th> </tr> <tr> <th>MUESTRA 1</th> <th>MUESTRA 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>COLOR</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>OLOR</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>TEXTURA</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>APARIENCIA</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>APLICACIÓN Y USO</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		NO	DESCRIPCION DE ASPECTO	CALIFICACION		MUESTRA 1	MUESTRA 2	1	COLOR			2	OLOR			3	TEXTURA			4	APARIENCIA			5	APLICACIÓN Y USO		
NO	DESCRIPCION DE ASPECTO	CALIFICACION																											
		MUESTRA 1	MUESTRA 2																										
1	COLOR																												
2	OLOR																												
3	TEXTURA																												
4	APARIENCIA																												
5	APLICACIÓN Y USO																												

Fuente: elaboración propia.

4. RESULTADOS

Tabla V. **Índice de saponificación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en mg KOH / g aceite**

Temperatura (°C)	Aceite de coco (mg KOH / g aceite)	Aceite de oliva (mg KOH / g aceite)
26	264,856	187,270
45	265,474	187,649
65	265,656	188,261

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Densidad de mezcla de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva previo a solidificación expresada en g/mL**

Temperatura (°C)	Aceite de coco (g/mL)	Aceite de oliva (g/mL)
26	1,0434	1,0052
45	0,9555	0,9519
65	0,9353	0,8953

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Porcentaje de humedad de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en %.**

Temperatura (°C)	Aceite de coco (%)	Aceite de Oliva (%)
26	18,5902	17,5112
45	17,2438	13,9986
65	12,8895	11,5909

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Índice de espuma de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en mL de espuma / mL de solución jabonosa**

Temperatura (°C)	Aceite de coco (mL espuma / mL solución jabonosa)	Aceite de oliva (mL espuma / mL solución jabonosa)
26	2,7841	2,3522
45	2,7727	2,3068
65	2,2955	2,2383

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Dureza Shore bajo la norma ASTM D-2240 de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en unidades shore**

Temperatura (°C)	Aceite de coco (unidades Shore)	Aceite de oliva (unidades Shore)
26	5,5000	0,0000
45	6,0000	0,3750
65	8,5000	1,1250

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Tiempo de curación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva expresado en horas**

Temperatura (°C)	Aceite de oliva (h)	Aceite de coco (h)
26	768,000	984,000
45	432,000	552,000
65	144,000	288,000

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Resumen del análisis estadístico ANOVA en función de dos factores: temperatura y base de aceite con varias muestras**

Variable dependiente	Origen de las variaciones	F	Hipótesis
Índice de saponificación	Aceite	8350,0903	Existe diferencia significativa
	Temperatura	0,3450	No existe diferencia significativa
Densidad	Aceite	1,9669	No existe diferencia significativa
	Temperatura	10,7940	Existe diferencia significativa
Porcentaje de humedad	Aceite	35,8526	Existe diferencia significativa
	Temperatura	115,8872	Existe diferencia significativa
Índice de espuma	Aceite	60,5000	Existe diferencia significativa
	Temperatura	1,2187	No existe diferencia significativa
Dureza ASTM D-2240	Aceite	92,5521	Existe diferencia significativa
	Temperatura	3,8323	Existe diferencia significativa
Tiempo de curación	Aceite	65535,0000	Existe diferencia significativa
	Temperatura	65535,0000	Existe diferencia significativa

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Promedio de calificación del análisis sensorial realizado a una muestra poblacional comparando las muestras de jabón a base de aceite de coco con las muestras de base de aceite de oliva**

Aspecto	Temperatura (°C)					
	Aceite de coco			Aceite de oliva		
	26 °C	45°C	65°C	26°C	45°C	65°C
Color	9,0	8,0	8,0	9,0	8,0	7,0
Olor	9,0	8,0	5,0	9,0	7,0	5,0
Textura	9,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0
Apariencia	9,0	9,0	6,0	9,0	8,0	6,0
Aplicación y uso	8,0	6,0	5,0	9,0	9,0	9,0
Promedio	8,8	8,0	6,6	9,0	8,0	6,8

Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó la caracterización de las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de jabones elaborados a partir de aceite de coco y de aceite de oliva a tres diferentes temperaturas: 26 °C, 45 °C y 65 °C, a escala laboratorio.

Se llevaron a cabo las formulaciones de los diferentes jabones en función del índice de saponificación de cada aceite. Se realizaron 4 repeticiones para cada temperatura; con un total de 12 muestras por aceite.

5.1. Índice de saponificación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva

En la tabla III se muestra el índice de saponificación de los jabones utilizando aceite de coco y aceite de oliva, se observa que se necesita más masa de hidróxido de sodio para saponificar una grasa de aceite de coco en comparación con una de aceite de oliva.

La tabla XI indica que la variación de aceite en la formulación del jabón afecta significativamente el índice de saponificación de los jabones, y que la variación de temperatura no afecta significativamente los resultados de las muestras. El aceite con mayor índice de saponificación fue el aceite de coco.

5.2. Densidad de mezcla de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva previo a solidificación

Según la tabla IV, los valores de densidad en función de la temperatura son inversamente proporcionales. Con una mayor temperatura, las moléculas tienen mayor velocidad de movimiento y necesitan más separación por expansión entre ellas, consecuentemente necesitarán un mayor volumen; mientras que a una temperatura menor las partículas están más cohesionadas, es decir más juntas, por lo que contienen más materia en un menor volumen, obteniendo una mayor densidad de muestra.

En la tabla XI se observa que la variación de aceite en la formulación de los jabones no afecta significativamente su densidad. Los valores de densidad obtenidos de las mezclas de los jabones de coco y de los jabones de oliva oscilan entre cifras relativamente semejantes.

Por el contrario, la variación de temperatura en la formulación de los jabones sí afecta significativamente sus valores de densidad. La temperatura recomendada para la elaboración de los jabones en función de la densidad de mezcla es de 26 °C.

5.3. Porcentaje de humedad de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva

La tabla V refleja que el porcentaje de humedad de los jabones es inversamente proporcional al incremento de temperatura. Los mayores valores de humedad obtenidos fueron los de los jabones elaborados a 26 °C, debido a

que, mientras más se elevaba la temperatura de los jabones en el proceso, existía mayor evaporación de agua, lo que disminuía la humedad de estos.

Según los resultados obtenidos de la tabla X, la variación de aceite y la variación de temperatura en la formulación de los jabones afectan significativamente los valores obtenidos del porcentaje de humedad.

La temperatura recomendada para la elaboración de los jabones en función del porcentaje de humedad es de 26 °C, ya que un mayor porcentaje de humedad en los jabones estimula que la pastilla de jabón se consuma con menor rapidez.

5.4. Índice de espuma de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva

La tabla VI muestra los valores del índice de espuma. Los jabones que generan mayor espuma son los elaborados a una temperatura de 26 °C, dado que sus ingredientes conservan naturalmente sus propiedades, así mismo se observa en la tabla que los jabones elaborados con aceite de coco presentan mayor índice de espuma que los elaborados con aceite de oliva.

Los resultados de la tabla XI muestran que la variación de aceite en la formulación de los jabones afecta significativamente los valores de índice de espuma, mientras que la variación de temperatura en la formulación de los jabones no afecta significativamente. La espuma producida por el jabón no es más que burbujas de aire atrapadas en este, que ayudan a mejorar la limpieza de la superficie en contacto.

5.5. Dureza Shore medida bajo la norma ASTM D-2240 de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva

Según los resultados de la tabla VII, el aceite de coco brinda mejores características de dureza a los jabones en comparación con las muestras de jabón de aceite de oliva.

En la tabla XI se observa que la variación de aceite y la variación de temperatura en la formulación de los jabones afectan significativamente la propiedad de dureza de los jabones. La temperatura recomendada para la elaboración de los jabones en función de la dureza Shore es de 45 °C, a esta temperatura los jabones poseen mayor consistencia, solidez y firmeza.

5.6. Tiempo de curación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva

La tabla VII refleja que los jabones que tardaron más tiempo en llegar a un pH estable fueron los que se realizaron en el proceso de temperatura 26 °C. Al incrementar la temperatura en los procesos se logró acelerar la reacción de saponificación entre la grasa y el álcali. Para los jabones realizados a temperatura de 65 °C se necesitó menor cantidad de tiempo para alcanzar su neutralidad.

En la tabla XI se observa que la variación de aceite y de temperatura en la formulación de los jabones afecta significativamente el tiempo de curación necesario de los jabones. El aceite con mayor tiempo de curación fue el aceite de oliva, este presentó una reacción de saponificación más lenta.

5.7. Análisis sensorial de olor, color, textura y apariencia de las muestras de jabón a base de aceite de coco en comparación de las muestras de base de aceite de oliva

Los datos tabulados de olor, color, textura y apariencia del análisis sensorial en la tabla IX, realizados a una muestra poblacional de personas de 15 a 50 años, muestran que el jabón que tuvo mayor aceptación fue el de aceite de oliva, elaborado a una temperatura de 26 °C con una calificación ponderada de 9 puntos; seguido del jabón de coco a una temperatura de 26°C, con una calificación ponderada de 8,8 puntos.

Las propiedades organolépticas de los jabones tuvieron una mejor aceptación a temperatura de 26 °C. El proceso en frío conserva las propiedades iniciales del jabón, como su color y aroma. A temperaturas elevadas se evaporaban los olores de los jabones y se daban cambios en las tonalidades naturales de los colores.

En la formulación, los jabones que tuvieron mayor aceptación en comparación de todas sus temperaturas fueron los jabones de aceite de oliva. Las características mencionadas en las muestras de jabones de oliva fueron: aroma agradable, tonalidad de color natural, jabón más blando, mayor hidratación, suavidad y mejor apariencia; mientras que las características mencionadas en los jabones de aceite de coco fueron dureza, apariencia no tan aceptable, espumosis y limpieza profunda, característica calificada a su vez negativamente, ya que la alta capacidad de limpieza del jabón reseca la piel.

CONCLUSIONES

1. Los índices de saponificación, porcentaje de humedad, índice de espuma, dureza y tiempo de curación de los jabones cosméticos, afectan de forma significativa al variar el aceite utilizado en su formulación.
2. La densidad de mezcla del jabón en estado líquido previo a su solidificación no se ve afectada de forma significativa al variar la formulación de la base de los aceites.
3. El efecto de la temperatura aplicado durante el proceso de formulación de los jabones afecta significativamente las propiedades de densidad, porcentaje de humedad, dureza y tiempo de curación de los jabones cosméticos.
4. El efecto de la temperatura aplicado durante la formulación de los jabones no afecta significativamente las propiedades de índice de saponificación e índice de espuma.
5. Los análisis sensoriales evaluados de: olor, color, apariencia y textura en la muestra poblacional objetivo, reflejaron una mayor aceptación hacia los jabones elaborados a partir de base de aceite de oliva con temperatura de 26 °C.
6. Una ventaja de los jabones que se realizan a mayores temperaturas es que alcanzan su pH óptimo rápidamente y es posible disponer de su uso en un menor tiempo.

7. Las mejores propiedades fisicoquímicas de humedad y densidad en el proceso de elaboración de jabones se obtuvieron a una temperatura de 26 °C.
8. La propiedad fisicoquímica de dureza Shore que reflejó una mejor consistencia, solidez y firmeza se obtuvo a una temperatura de 45 °C.
9. El tiempo de curación óptimo para el proceso de elaboración de jabones se obtuvo a una temperatura de 65 °C, lo cual implica que un jabón se puede disponer para su uso en un menor tiempo de proceso.

RECOMENDACIONES

1. En el proceso de manipulación de químicos se recomienda que el contacto entre la soda cáustica y el aire sea mínimo, para evitar que ocurra una absorción higroscópica.
2. Utilizar diferentes combinaciones y mezclas de aceite de coco y de aceite de oliva en la formulación de un mismo jabón, para obtener mejores propiedades fisicoquímicas y organolépticas. En las formulaciones se recomienda combinar aceites blandos y duros para que las pastillas de jabón queden con la textura adecuada.
3. Elaborar jabones a temperaturas menores de 80 °C para evitar su gelificación durante el proceso. El jabón debe enfriarse lentamente, sin cambios bruscos de temperatura, para lograr tener propiedades de un color completamente uniforme.
4. En la formulación de jabones cosméticos, utilizar una cantidad no mayor al 30 % de aceite de coco por muestra para evitar la resequedad en la piel. También se recomienda combinar el uso de aceite de coco con otros aceites hidratantes, como el aceite de oliva, para contrarrestar las propiedades purificantes del aceite de coco.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALEMÁN, Rafael. *Evaluación del efecto del aceite de coroba en la elaboración de jabón cosmético*. Barcelona, España: Universidad de Oriente, 2010. 178 p.
2. American Society for Testing and Materials. *Normativa ASTM. Método de prueba estándar para la determinación de la alcalinidad total de aceites sulfonados o sulfados, D 5563-94*. [Consulta: 3 de mayo de 2018].
3. BARDEY, C. *Elaboración de jabones y aromas*. España: Könemann, 2000. 187 p.
4. BORRAS, W. *Tecnologías de jabones, grasas y aceites*. [en línea]. <<http://teoriadejabones.blogspot.com>>. [Consulta: 10 de octubre de 2017].
5. CARRERO I, Herráez A. *Jabones y detergentes*. [en línea]. <<http://biomodel.uah.es>>. [Consulta: 1 de octubre de 2017].
6. COSS, Melinda. *El libro del jabón artesanal*. 2a ed. España: Paidotribo, 2004. 82 p.
7. CRUZ LÁZARO, Fernando. *Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de*

Zamorano. Honduras: Universidad Global de Honduras, 2004.
60 p.

8. D. FIRESTONE. *Official methods and recommended practices of the AOCS, sampling and analysis of commercial fats and oils: Method CC16-60*. 5a ed. Londres: Oxford, 1998. 151 p.
9. _____. *Official methods and recommended practices of the AOCS, sampling and analysis of soap products: Method Da13-48*. 7a ed. Londres: Oxford, 1998. 156 p.
10. HERNÁNDEZ RANGEL, Juan Dimas. *Control de calidad en una fábrica productora de jabones y detergentes*. México: Instituto Politécnico Nacional, 1986. 43 p.
11. OLIVERAS LÓPEZ, María Jesús. *Calidad del aceite de oliva virgen extra antioxidantes y función biológica*. España: Universidad de Granada, 2005. 300 p.
12. PADRÓN MORENO, Adrián. *Obtención de ácidos grasos a partir de aceite de coco, soya y canola mediante hidrólisis ácida*. México: Instituto Politécnico Nacional, 2015. 95 p.
13. PÉREZ, I.; SOTO, N. *Estudio de factibilidad para la fabricación de jabón usando aceite de la semilla del fruto de la palma de la Coroba (Jessenia polycarpa karts)*. Venezuela: Universidad de Oriente, 2003. 179 p.

14. PÉREZ LÓPEZ, Danilo Fernando. *Estudio de la consistencia de los jabones de paila en función de la concentración de aditivo-silicato de sodio alcalino incorporado en el proceso de fabricación*. Trabajo de graduación de Ingeniería Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 89 p.
15. PERRY, Robert. *Manual del ingeniero químico*. 6a ed. México: McGraw-Hill, 1993. 2579 p.
16. PINO, K.; JIMÉNEZ, L. *Obtención de aceite refinado a partir de la semilla de la Coroba (Jessenia polycarpa karts) y su posible aprovechamiento industrial*. Venezuela: Universidad de Oriente, 2000. 165 p.
17. POLANCO SAGASTUME, María Eleonora. *Cuantificación del contenido total de materia grasa, cloruros, álcali libre o ácido libre de jabones de tocador en pastilla fabricados en Guatemala*. Trabajo de graduación de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Farmacia. 1999. 28 p.
18. 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 Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Farmacia. 2000. 39 p.
19. SAMPIERI, R. H. *Metodología de la investigación*, 5a ed. México: McGraw-Hill, 2010. 656 p.

20. SEGOVIA BORRAY, Ricardo. *Determinación de condiciones de proceso y puesta en marcha de una línea de acabado de jabón en barra*. Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala, 2014. 47 p.
21. STEGER, Eva; GUTIÉRREZ, Joseph; ZAMBRANO, Marielis; GIL, Yisleydy; FIGUEROA, Luigi. *Producción de jabón*. Venezuela: Universidad de los Andes, 2012. 55 p.
22. ROJAS, R.; MATA, R., *Ingeniería conceptual para una planta de ácidos grasos a partir del aceite de la almendra de la Coroba (Jessenia polycarpa karts)*. Venezuela: Universidad de Oriente, 2003. 179p.
23. VERA, D.; BRITO, R., *Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite del mesocarpio de la coroba (Jessenia polycarpa karts) utilizando dióxido de carbono en condiciones supercríticas*. Venezuela: Universidad de Oriente, 2003. 151 p.
24. VERDÚ, R.; M. Oliver. *La química de la cosmética*. [en línea]. <<http://curie.lacurie.org/curiedigital/2000/IVJ/RV109-121.pdf>>. [Consulta: 10 de octubre de 2017].
25. WALPOLE, Ronald. *Probabilidad y estadística para ingenieros*. 6a ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1999. 752 p.
26. WILDLAK N.; HARTEL, R.; NARINE S. *Crystallization and solidification properties of lipid*. Champaign, Illinois: AOCS Press, 2004. 345 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Datos originales

Tabla A1. Índice de saponificación de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras a base de aceite de oliva a diferente temperatura

Muestras		T1=26°C				T2=45°C				T3=65°C			
		mg NaOH	g aceite	mg NaOH /g aceite	mg KOH /g aceite	mg NaOH	g aceite	mg NaOH /g aceite	mg KOH /g aceite	mg NaOH	g aceite	mg NaOH /g aceite	mg KOH /g aceite
Aceite de coco	1	16 061,00	85,00	188,95	265,05	14 074,00	75,25	187,03	262,36	12 434,00	65,81	188,94	265,04
	2	16 209,00	85,77	188,99	265,10	14 500,00	75,45	192,17	269,57	12 233,00	65,25	187,47	262,98
	3	16 120,00	85,40	188,76	264,78	14 090,00	75,22	187,33	262,78	12 306,00	64,85	189,76	266,18
	4	16 109,00	85,43	188,55	264,49	14 410,00	75,66	190,47	267,19	12 593,00	65,81	191,36	268,43
	X±σ	16 124,75	85,40	188,81	264,86	14 268,50	75,39	189,25	265,47	12 391,50	65,43	189,38	265,66
Aceite de oliva	1	11 490,00	85,95	133,68	187,52	6 120,00	45,08	135,76	190,44	8 798,00	65,41	134,50	188,67
	2	11 454,00	86,13	132,98	186,54	6 750,00	50,00	135,00	189,37	8 743,85	65,51	133,47	187,23
	3	11 400,00	85,65	133,10	186,70	6 620,00	50,02	132,35	185,65	8 780,20	65,20	134,67	188,90
	4	11 470,00	85,32	134,43	188,57	6 600,00	50,01	131,97	185,13	8 769,20	65,35	134,20	188,25
	X±σ	11 453,50	85,76	133,50	187,27	6 522,50	48,78	133,77	187,65	8 772,81	65,37	134,21	188,26

Fuente: elaboración propia.

Tabla A2. Densidad de mezcla de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva previo a solidificación a diferentes temperaturas

Muestras		T1=26°C			T2=45°C			T3=65°C		
		m (g)	v (mL)	ρ (g/mL)	m (g)	v (mL)	ρ (g/mL)	m (g)	v (mL)	ρ (g/mL)
Aceite de coco	1	18,086	18,000	1,005	10,999	12,000	0,917	10,993	12,000	0,916
	2	13,407	14,000	0,958	11,100	12,000	0,925	10,985	12,000	0,915
	3	12,322	12,000	1,027	11,124	11,500	0,967	9,800	10,000	0,980
	4	21,318	18,000	1,184	11,143	11,000	1,013	10,692	11,500	0,930
	X$\pm$$\sigma$	16,283	15,500	1,043	11,092	11,625	0,955	10,618	11,375	0,935
Aceite de oliva	1	11,720	12,000	0,977	10,650	11,500	0,926	8,938	10,000	0,894
	2	11,780	11,500	1,024	10,050	10,500	0,957	9,840	11,000	0,895
	3	12,730	12,500	1,018	11,630	12,000	0,969	10,067	11,000	0,915
	4	12,015	12,000	1,001	12,420	13,000	0,955	12,290	14,000	0,878
	X$\pm$$\sigma$	12,061	12,000	1,005	11,188	11,750	0,952	10,284	11,500	0,895

Fuente: elaboración propia.

Tabla A3. Porcentaje de humedad de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva a diferentes temperaturas de proceso

Muestras		T1=26°C					T2=45°C					T3=65°C				
		m crisol (g)	m. hum (g)	m crisol + m seco	m seco (g)	% Hum	m crisol (g)	m. hum (g)	m crisol + m seco	m seco (g)	% Hum	m crisol (g)	m. hum (g)	m crisol + m seco	m seco (g)	% Hum
Aceite de coco	1	21,97	0,51	22,38	0,41	18,82	20,95	0,50	21,37	0,42	16,73	24,64	0,51	25,09	0,45	12,35
	2	20,50	0,51	20,91	0,41	19,65	15,77	0,50	16,18	0,41	17,78	25,76	0,51	26,21	0,44	13,34
	3	21,26	0,50	21,67	0,41	18,89	24,65	0,52	25,08	0,43	16,51	24,87	0,51	25,31	0,45	12,57
	4	22,03	0,50	22,45	0,42	17,00	24,63	0,50	25,04	0,41	17,96	26,60	0,53	27,06	0,46	13,30
	X$\pm$$\sigma$	21,44	0,50	21,85	0,41	18,59	21,50	0,51	21,92	0,42	17,24	25,47	0,52	25,92	0,45	12,89
Aceite de oliva	1	14,41	0,50	14,83	0,41	17,66	14,70	0,50	15,12	0,42	14,14	20,63	0,50	21,08	0,45	11,33
	2	14,26	0,50	14,67	0,41	18,04	12,23	0,51	12,67	0,44	14,40	18,68	0,50	19,13	0,45	11,06
	3	13,99	0,50	14,40	0,41	18,33	11,45	0,50	11,88	0,43	14,06	19,03	0,51	19,48	0,45	12,11
	4	16,28	0,52	16,71	0,43	16,02	39,23	0,50	39,66	0,43	13,40	22,81	0,51	23,25	0,45	11,86
	X$\pm$$\sigma$	14,74	0,51	15,15	0,42	17,51	19,40	0,50	19,83	0,43	14,00	20,29	0,51	20,73	0,45	11,59

Fuente: elaboración propia.

Tabla A4. Índice de espuma de las muestras de jabón a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva a diferentes temperaturas de proceso

Muestras		T1=26°C			T2=45°C			T3=65°C		
		v1 (mL)	v2 (mL)	Índice de espuma	v1 (mL)	v2 (mL)	Índice de espuma	v1 (mL)	v2 (mL)	Índice de espuma
Aceite de coco	1	22,00	60,00	2,73	22,00	60,00	2,73	22,00	51,00	2,32
	2	22,00	61,00	2,77	22,00	61,00	2,77	22,00	50,00	2,27
	3	22,00	62,00	2,82	22,00	62,00	2,82	22,00	49,00	2,23
	4	22,00	62,00	2,82	22,00	61,00	2,77	22,00	52,00	2,36
	X±σ	22,00	61,25	2,78	22,00	61,00	2,77	22,00	50,50	2,30
Aceite de oliva	1	22,00	54,00	2,45	22,00	52,00	2,36	22,00	50,00	2,27
	2	22,00	53,00	2,40	22,00	50,00	2,27	22,00	48,00	2,18
	3	22,00	50,00	2,27	22,00	51,00	2,32	22,00	49,00	2,23
	4	22,00	50,00	2,27	22,00	50,00	2,27	22,00	50,00	2,27
	X±σ	22,00	51,75	2,35	22,00	50,75	2,31	22,00	49,25	2,24

Fuente: elaboración propia.

Tabla A5. Dureza Shore según norma ASTM D-2240 de las muestras de jabones a base de aceite de coco y de las muestras de jabón a base de aceite de oliva a diferentes temperaturas de proceso

Muestras		Dureza Shore (Shores)		
		T1=26°C	T2=45°C	T3=65°C
Aceite de coco	1	4,00	4,00	7,00
	2	7,00	9,00	12,00
	3	4,00	4,00	7,00
	4	7,00	7,00	8,00
	X±σ	5,50	6,00	8,50
Aceite de oliva	1	0,00	0,50	1,00
	2	0,00	0,50	1,00
	3	0,00	0,00	1,00
	4	0,00	0,50	1,50
	X±σ	0,00	0,38	1,13

Fuente: elaboración propia.

Tabla A6. Tiempo de curación de los jabones expresado en horas -
Muestras de jabón a base de aceite de coco y muestras de
jabón a base de aceite de oliva a diferente temperatura de
proceso

		Medición de pH																
Tiempo transcurrido		1 h	72 h	144 h	216 h	288 h	360 h	432h	504 h	552 h	624 h	696 h	768 h	840 h	912 h	984 h		
Temperatura (°C)	T1 = 26°C	Aceite de coco	1	11,9	11,3	10,4	10,1	9,7	9,3	8,9	8,5	8,2	7,8	7,6	7,5			
			2	11,8	11,5	10,5	10,0	9,6	9,4	9,0	8,6	8,4	7,7	7,5	7,5			
			3	11,9	11,6	10,6	10,2	9,7	9,4	8,9	8,6	8,4	7,7	7,5	7,5			
			4	11,9	11,5	10,5	10,1	9,6	9,4	8,9	8,6	8,3	7,7	7,5	7,5			
		X±σ	11,9	11,5	10,5	10,1	9,7	9,4	8,9	8,6	8,3	7,7	7,5	7,5				
		Aceite de oliva	1	11,9	11,6	11,2	10,8	10,5	10,0	9,6	9,2	8,5	8,2	8,2	8,0	7,8	7,6	7,5
			2	11,8	11,5	11,3	10,7	10,4	10,1	9,6	9,0	8,6	8,4	8,3	8,1	7,7	7,5	7,5
			3	11,9	11,7	11,4	10,8	10,3	9,9	9,7	9,1	8,6	8,4	8,3	8,0	7,7	7,5	7,5
	4		11,9	11,6	11,2	10,9	10,4	10,0	9,5	9,0	8,6	8,3	8,2	7,9	7,7	7,5	7,5	
	X±σ	11,9	11,6	11,3	10,8	10,4	10,0	9,6	9,1	8,6	8,3	8,3	8,0	7,7	7,5	7,5		
	T2= 45°C	Aceite de coco	1	10,3	9,6	9,0	8,3	8,0	7,6	7,5								
			2	10,5	9,7	9,0	8,2	8,0	7,6	7,5								
			3	10,4	9,6	8,9	8,3	7,9	7,7	7,5								
			4	10,4	9,7	8,9	8,4	7,9	7,6	7,5								
		X±σ	10,4	9,7	9,0	8,3	8,0	7,6	7,5									
		Aceite de oliva	1	10,9	10,0	9,3	8,8	8,3	8,0	7,9	7,5	7,5						
			2	10,8	10,0	9,3	8,7	8,3	7,9	7,8	7,6	7,5						
			3	10,9	9,9	9,3	8,7	8,2	7,9	7,8	7,5	7,5						
	4		10,9	10,0	9,2	8,7	8,3	7,8	7,7	7,5	7,5							
	X±σ	10,9	10,0	9,3	8,7	8,3	7,9	7,8	7,5	7,5								
	T3 = 65°C	Aceite de coco	1	7,9	7,6	7,5												
			2	7,9	7,5	7,5												
			3	7,8	7,5	7,5												
			4	7,8	7,5	7,5												
X±σ		7,9	7,5	7,5														
Aceite de oliva		1	8,3	7,9	7,6	7,5	7,5											
		2	8,3	7,8	7,6	7,5	7,5											
		3	8,4	7,7	7,7	7,5	7,5											
	4	8,4	7,8	7,6	7,6	7,5												
X±σ	8,4	7,8	7,6	7,5	7,5													

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Análisis estadístico**

Tabla B1. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Índice de saponificación**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Aceite	0,01835	1	0,01835	8350,0903	1,8302E-25	4,4138
Temperatura	1,5167E-06	2	7,5839E-07	0,34505	0,7127	3,5545
Interacción	9,85276E-08	2	4,9263E-08	0,02241	0,9778	3,5545
Dentro del grupo	3,9562E-05	18	2,1978E-06			
Total	0,01839	23				

Fuente: elaboración propia.

Tabla B2. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Densidad de mezcla previo a solidificación**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Aceite	0,00445222	1	0,004452218	1,96692967	0,17778594	4,41387342
Temperatura	0,04886527	2	0,024432637	10,7940094	0,000830575	3,55455715
Interacción	0,00169002	2	0,000845011	0,37331432	0,693655698	3,55455715
Dentro del grupo	0,04074366	18	0,002263537			
Total	0,09575117	23				

Fuente: elaboración propia.

Tabla B3. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Porcentaje de humedad**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Aceite	21,07683	1	21,07683	35,8526	1,1557E-05	4,4138
Temperatura	136,2543	2	68,1271	115,8872	5,2422E-11	3,5545
Interacción	5,6862	2	2,8431	4,8363	0,02084	3,5545
Dentro del grupo	10,5817	18	0,5878			
Total	173,5991	23				

Fuente: elaboración propia.

Tabla B4. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Índice de espuma**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Aceite	0,16666667	1	0,166666667	60,5	3,64921E-07	4,41387342
Temperatura	0,00671488	2	0,003357438	1,21875	0,31886189	3,55455715
Interacción	1,38550275	2	0,692751377	251,46875	7,02072E-14	3,55455715
Dentro del grupo	0,04958678	18	0,002754821			
Total	1,60847107	23				

Fuente: elaboración propia.

Tabla B5. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Dureza ASTM D-2240**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Aceite	228,166667	1	228,1666667	92,5521127	1,61465E-08	4,41387342
Temperatura	18,8958333	2	9,447916667	3,83239437	0,041059467	3,55455715
Interacción	4,39583333	2	2,197916667	0,8915493	0,42736968	3,55455715
Dentro del grupo	44,375	18	2,465277778			
Total	295,833333	23				

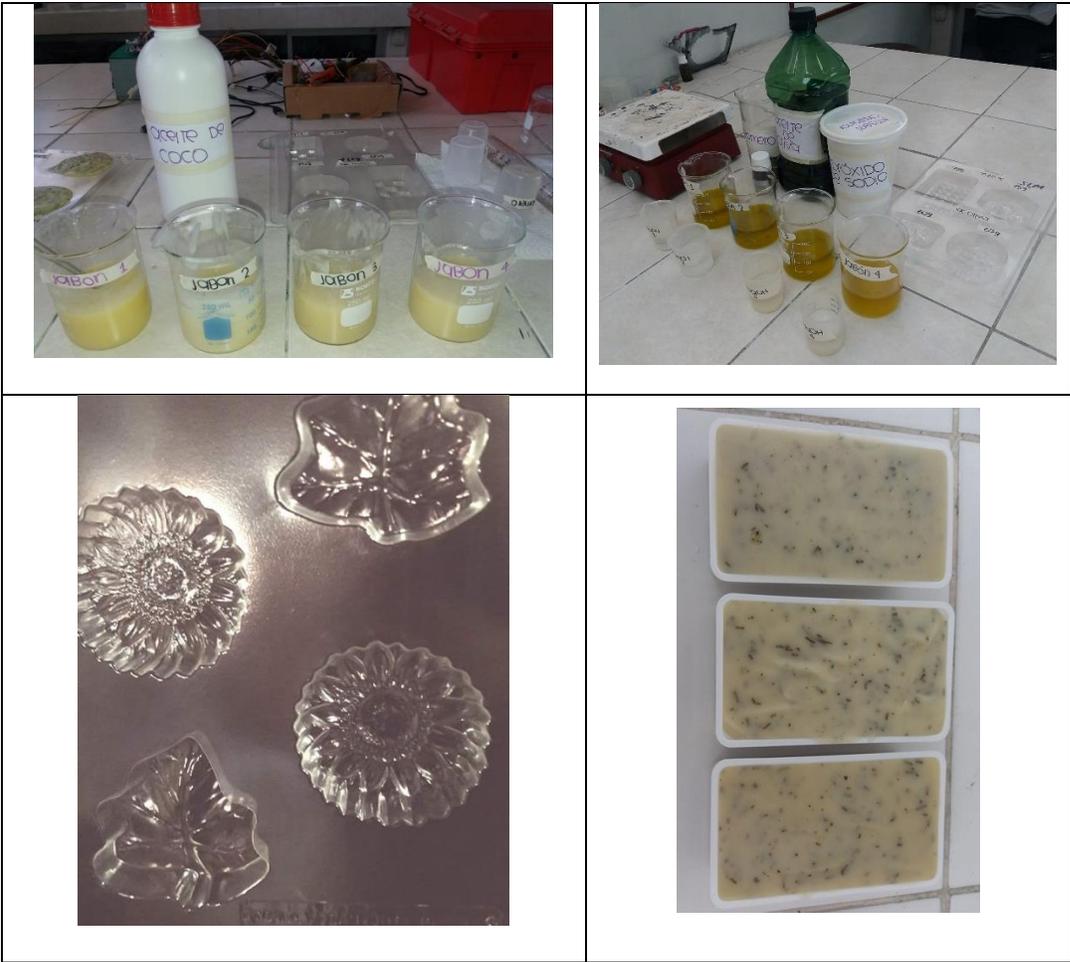
Fuente: elaboración propia.

Tabla B6. **Análisis ANOVA de dos factores con varias muestras por grupo - Tiempo de curación**

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Aceite	153600	1	153600	65535	4,41387342
Temperatura	1757952	2	878976	65535	3,55455715
Interacción	9984	2	4992	65535	3,55455715
Dentro del grupo	0	18	0		
Total	1921536	23			

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Materia prima utilizada en la elaboración de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco**



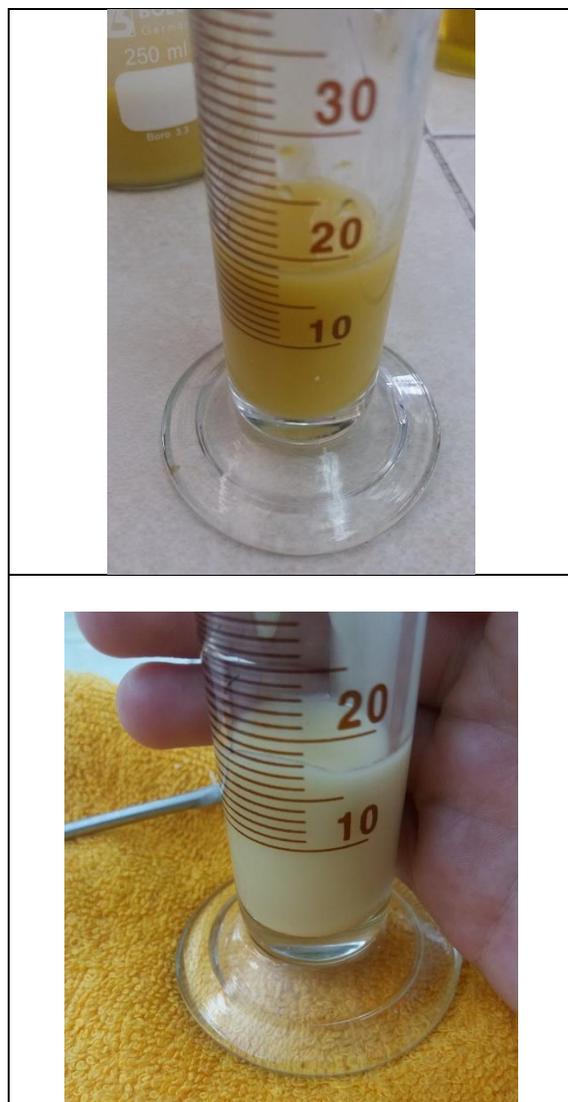
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Elaboración de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco**



Fuente: elaboración propia.

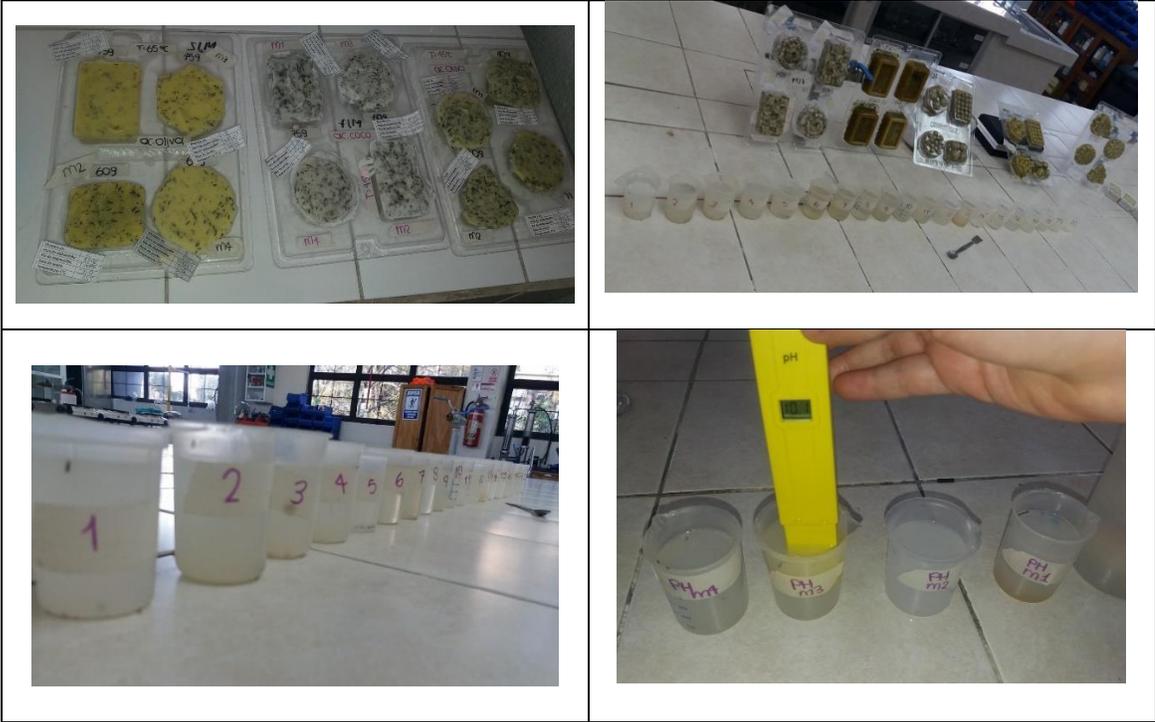
Apéndice 5. **Determinación de densidad de mezcla de jabones de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco previo al proceso de solidificación**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6.

Determinación de pH de solución de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Determinación de dureza Shore de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco según norma ASTM D-2240**



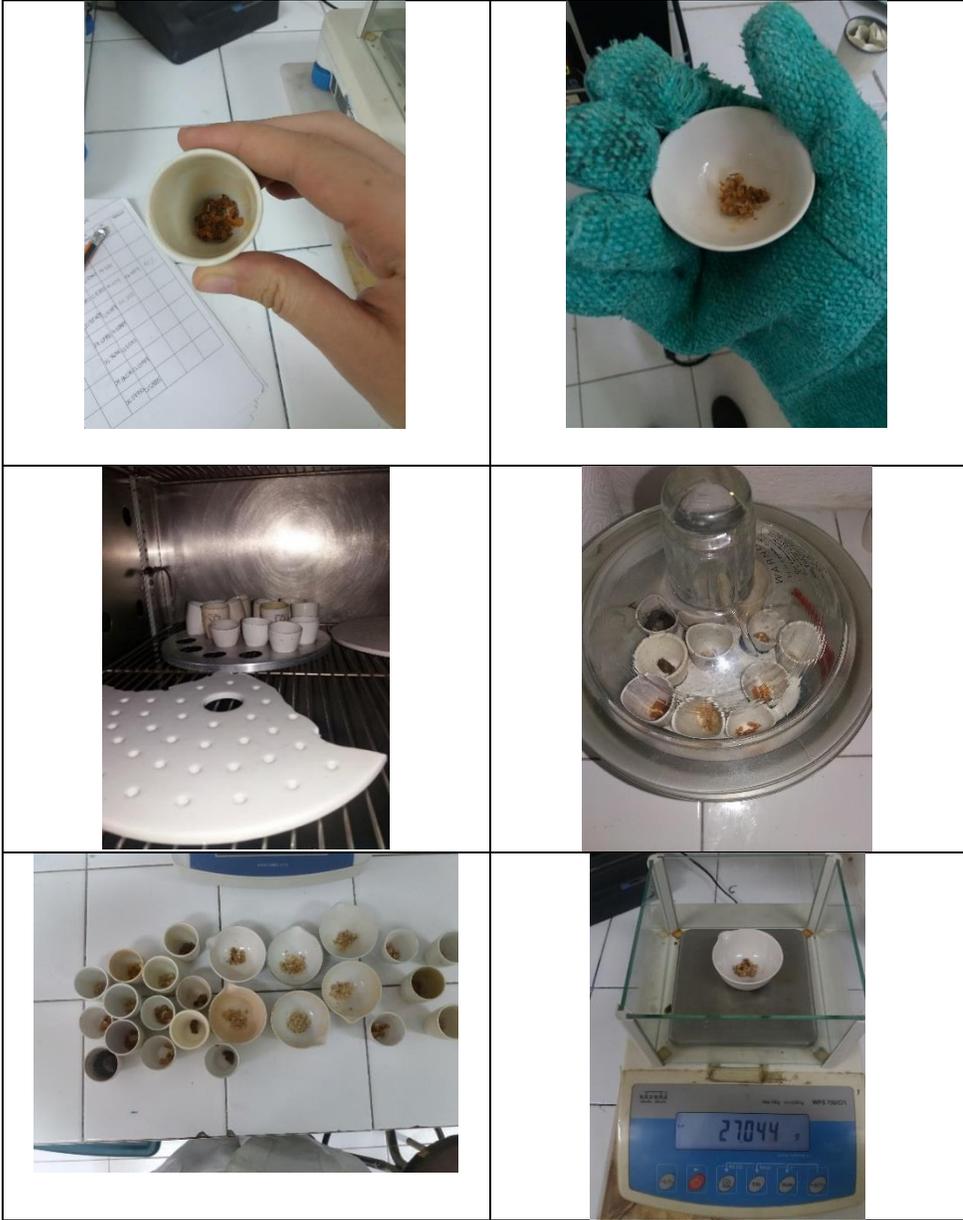
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Corte de trozos de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco para determinación de la humedad de las muestras**



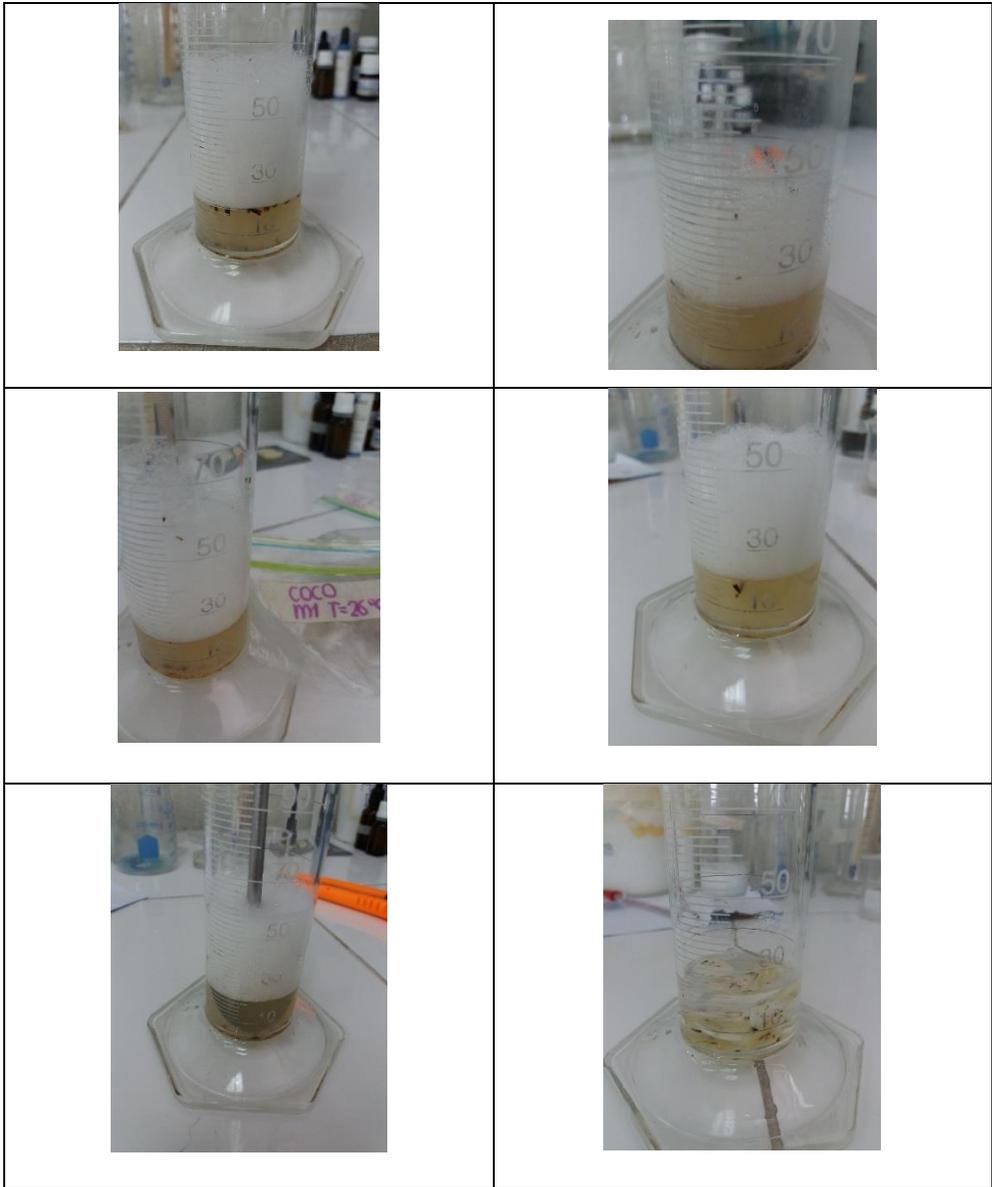
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. **Determinación de humedad de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco**



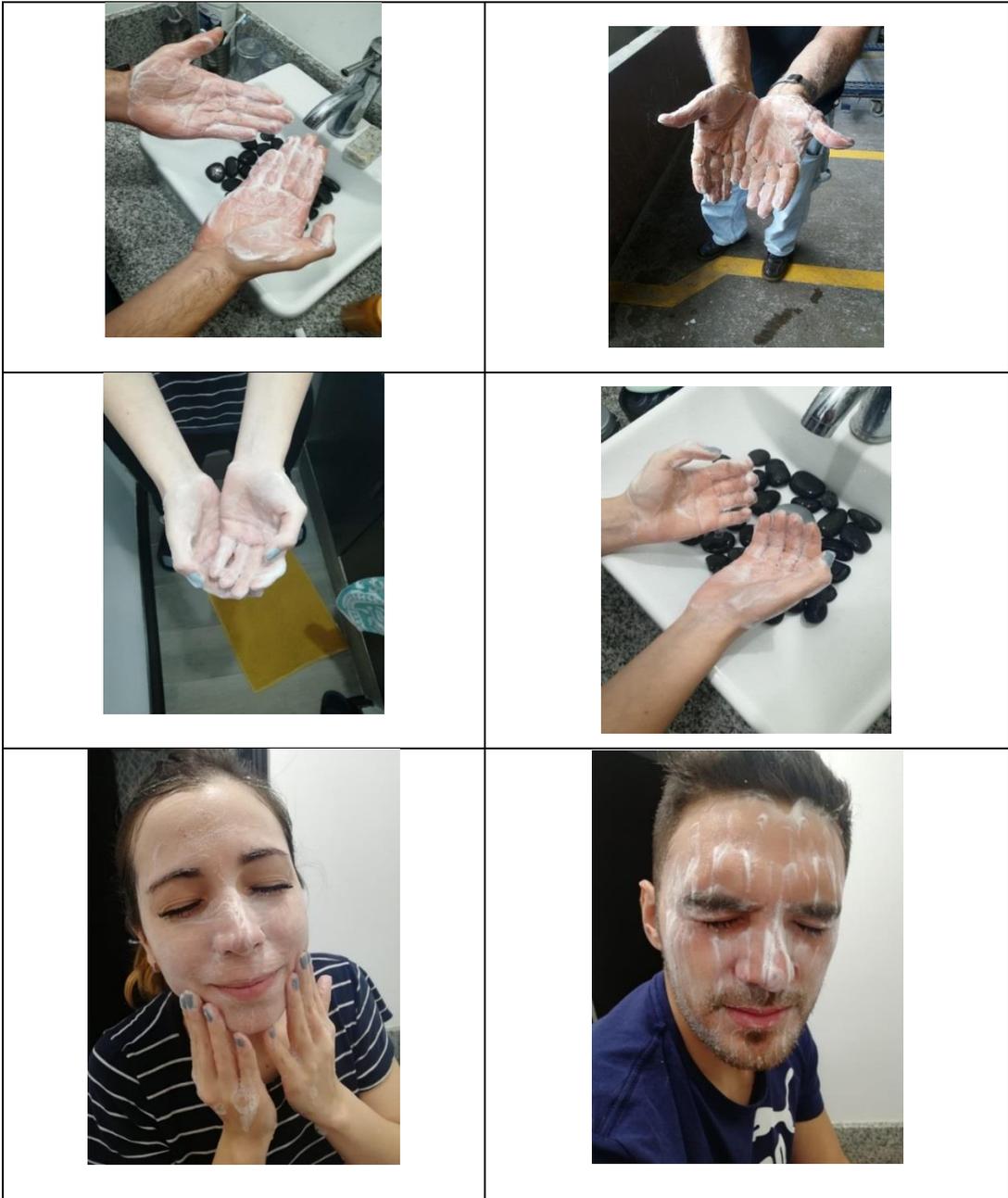
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. **Volumen en mL de espuma de disolución de agua con muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco**



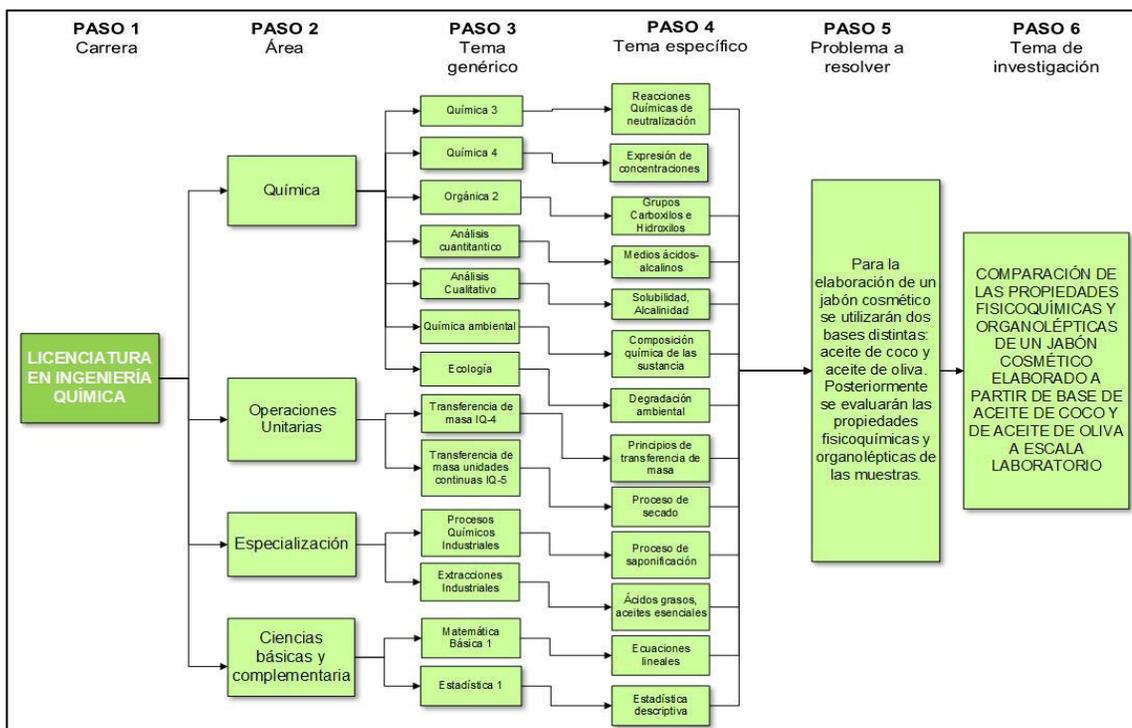
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. **Análisis sensorial de muestras de jabón de base de aceite de oliva y de base de aceite de coco**



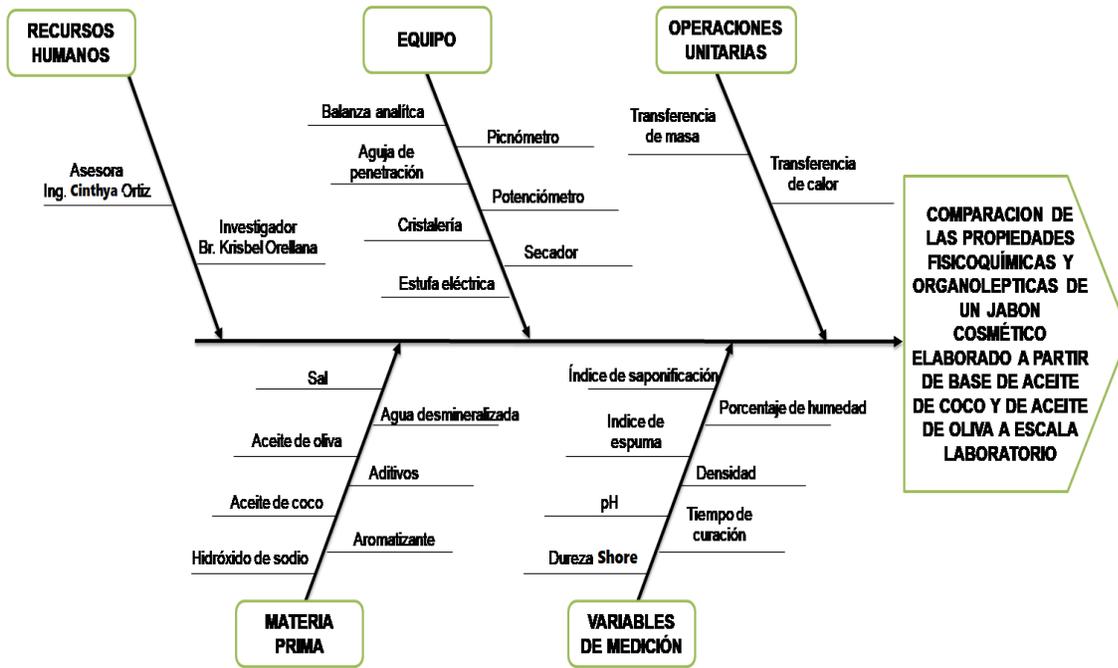
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. Requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.