



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

**ELABORACIÓN DE JABÓN A PARTIR DE ACEITE DOMÉSTICO  
RESIDUAL Y CÁSCARA DE HUEVO**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUÍMICA**

**AUTORA:** ANGIE BRIGITTE CAMPOVERDE JARAMILLO

**DIRECTOR:** Ing. MARCO RAÚL CHUIZA ROJAS

Riobamba – Ecuador

2022


**© 2022, Angie Brigitte Campoverde Jaramillo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, ANGIE BRIGITTE CAMPOVERDE JARAMILLO, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular, el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de Junio de 2022


A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Angie', with a large, sweeping flourish above it.

**Angie Brigitte Campoverde Jaramillo**

**C.I. 2150131452**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA**

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, “**ELABORACIÓN DE JABÓN A PARTIR DE ACEITE DOMÉSTICO RESIDUAL Y CÁSCARA DE HUEVO**”, realizado por la señorita: **ANGIE BRIGITTE CAMPOVERDE JARAMILLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Segundo Hugo Calderón, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-09
Ing. Marco Raúl Chuiza Rojas, MSc. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-06-09
Ing. Marlene Jacqueline García Veloz, Mgtr. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>		2022-06-09

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de titulación lo dedico principalmente a Dios, por ser mi guía y brindarme la fortaleza para cumplir con tan anhelado sueño. A mis amados padres Patricio y Lourdes que me ofrecieron su apoyo incondicional, su amor, trabajo y sacrificio en estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Que orgullo ser su hija, son los mejores padres. A mi esposo Roberto e hijo Matías por su amor, comprensión y apoyo, fueron mi motor en los momentos más difíciles. A mis maestros que formaron parte de mi vida académica, y que aportaron con sus conocimientos para poder cumplir con una etapa de mi vida.

*Angie*

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios por cada una de sus bendiciones, a mis padres que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez, y a mi esposo e hijo por su apoyo y paciencia en este gran proyecto de mi vida.

A la Ing. Carla Haro técnico docente del Laboratorio de Procesos Industriales por su guía, apoyo y asesoramiento en el desarrollo de este trabajo de Titulación.

También quiero agradecer a mis profesores, en especial al Ing. Marco Chuiza e Ing. Marlene García quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos y dirección hicieron que pueda cumplir con mi propósito, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad.

*Angie*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xiii
ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.</b>	<b>Identificación del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.</b>	<b>Justificación del Problema.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.</b>	<b><i>Beneficiarios Directos e Indirectos</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.1.</b>	<b><i>Beneficiarios Directos</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.2.</b>	<b><i>Beneficiarios Indirectos</i>.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5.</b>	<b>Objetivos del Proyecto.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.1.</b>	<b><i>Objetivo General</i>.....</b>	<b>5</b>
<b>1.5.2.</b>	<b><i>Objetivos Específicos</i>.....</b>	<b>5</b>

### CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.</b>	<b>Bases Conceptuales y teóricas.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.</b>	<b><i>Jabón</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.1.</b>	<b><i>Historia</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.2.</b>	<b><i>Definición</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.3.</b>	<b><i>Características</i>.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1.4.</b>	<b><i>Tipos de jabones</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1.5.</b>	<b><i>Procesos de elaboración de jabón</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.1.6.</b>	<b><i>Jabón Líquido</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2.2.</b>	<b><i>Saponificación</i>.....</b>	<b>9</b>

2.2.2.1.	<i>Definición</i> .....	9
2.2.2.2.	<i>Proceso de saponificación</i> .....	10
2.2.2.3.	<i>Índice de Saponificación</i> .....	12
2.2.2.4.	<i>Índice de Yodo</i> .....	13
2.2.2.5.	<i>Índice de Peróxido</i> .....	13
2.2.3.	<b><i>Aceite</i></b> .....	13
2.2.3.1.	<i>Definición</i> .....	13
2.2.3.2.	<i>Aceite vegetal</i> .....	13
2.2.3.3.	<i>Aceite vegetal residual</i> .....	14
2.2.3.4.	<i>Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura</i> .....	14
2.2.3.5.	<i>Degradación del aceite</i> .....	15
2.2.3.6.	<i>Problemática ambiental</i> .....	15
2.2.3.7.	<i>Contaminación en el Ecuador</i> .....	15
2.2.4.	<b><i>Huevo fresco</i></b> .....	16
2.2.4.1.	<i>Definición</i> .....	16
2.2.4.2.	<i>Cáscara de Huevo</i> .....	16

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	17
3.1.	<b>Planificación del proyecto</b> .....	17
3.1.1.	<b><i>Cronograma</i></b> .....	17
3.1.2.	<b><i>Presupuesto</i></b> .....	17
3.2.	<b>Tipo de Estudio</b> .....	18
3.2.1.	<b><i>Estudio Explorativo</i></b> .....	18
3.2.2.	<b><i>Estudio Experimental</i></b> .....	18
3.3.	<b>Métodos</b> .....	19
3.3.1.	<b><i>Método Inductivo</i></b> .....	19
3.3.2.	<b><i>Método Deductivo</i></b> .....	19
3.4.	<b>Metodología</b> .....	19
3.4.1.	<b><i>Muestreo de la materia prima bruta en la producción de jabón líquido</i></b> .....	20
3.4.1.1.	<b><i>Caracterización de la cáscara de huevo</i></b> .....	20
3.4.1.2.	<b><i>Caracterización de aceite doméstico residual</i></b> .....	21
3.4.2.	<b><i>Obtención de micro polvos de la cáscara de huevo</i></b> .....	21
3.4.2.1.	<b><i>Recepción de Materia prima</i></b> .....	21
3.4.2.2.	<b><i>Selección de materia prima</i></b> .....	22
3.4.2.3.	<b><i>Limpieza y Lavado</i></b> .....	22



3.4.2.4.	<i>Esterilización Química</i> .....	22
3.4.2.5.	<i>Esterilización térmica</i> .....	22
3.4.2.6.	<i>Secado</i> .....	23
3.4.2.7.	<i>Molienda</i> .....	23
3.4.2.8.	<i>Tamizado</i> .....	23
3.4.2.9.	<i>Materiales y equipos Utilizados</i> .....	23
3.4.2.10.	<i>Caracterización del micro polvo</i> .....	24
3.4.2.11.	<i>Diagrama del proceso de obtención de micro polvo de cáscara de huevo</i> .....	25
3.4.3.	<b><i>Obtención de jabón líquido</i></b> .....	26
3.4.4.	<b><i>Obtención de aceite tratado para jabón líquido</i></b> .....	26
3.4.4.1.	<i>Recepción de materia prima</i> .....	26
3.4.4.2.	<i>Filtrado mecánico de la materia prima</i> .....	26
3.4.4.3.	<i>Purificación del aceite</i> .....	30
3.4.4.4.	<i>Blanqueamiento</i> .....	31
3.4.4.5.	<i>Saponificación</i> .....	33
3.4.4.6.	<i>Disolución de la pasta de jabón y adición de aditivos</i> .....	34
3.4.4.7.	<i>Adición de micro polvo de cáscara de huevo</i> .....	35
3.5.	<b>Balances de masa</b> .....	36
3.5.1.	<b><i>Balance de materia en la obtención de micro polvos</i></b> .....	36
3.5.2.	<b><i>Balance en la obtención de Jabón líquido</i></b> .....	40
3.5.2.1.	<i>Purificación</i> .....	40
3.5.2.2.	<i>Blanqueamiento</i> .....	41
3.5.2.3.	<i>Saponificación</i> .....	43
3.5.2.4.	<i>Disolución de la pasta de jabón y adición de aditivos</i> .....	44
3.6.	<b>Análisis de costo/beneficio del proyecto</b> .....	45
3.6.1.	<b><i>Inversión fija</i></b> .....	45
3.6.2.	<b><i>Determinación de egresos</i></b> .....	47
3.6.3.	<b><i>Financiamiento</i></b> .....	48
3.6.4.	<b><i>Determinación de ingresos anuales</i></b> .....	48

#### CAPITULO IV

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	51
4.1.	<b>Caracterización de la materia prima</b> .....	51
4.1.1.	<b><i>Caracterización de la cáscara de huevo y micro polvo</i></b> .....	51
4.1.2.	<b><i>Caracterización de aceite de cocina usado y aceite tratado</i></b> .....	51
4.2.	<b>Formulación del jabón líquido</b> .....	52

<b>4.2.1.</b>	<b><i>Análisis ANOVA de las variables medidas</i></b> .....	<b>54</b>
<b>4.3.</b>	<b>Caracterización del jabón líquido</b> .....	<b>54</b>
<b>4.4.</b>	<b>Análisis costo/beneficio</b> .....	<b>55</b>
<b>4.5.</b>	<b>Análisis y/o Discusión de resultados</b> .....	<b>56</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>58</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>60</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Problemática ambiental según el recurso natural .....	15
<b>Tabla 1-3:</b>	Presupuesto del proyecto. ....	17
<b>Tabla 2-3:</b>	Normas aplicadas a la caracterización del aceite doméstico residual. ....	21
<b>Tabla 3-3:</b>	Análisis microbiológico para micro polvo .....	24
<b>Tabla 4-3:</b>	Especificaciones de los aceites y grasas comestibles reutilizados .....	27
<b>Tabla 5-3:</b>	Experimentación 1 y 2 de purificación del aceite.....	30
<b>Tabla 6-3:</b>	Experimentación 1 y 2 de blanqueamiento del aceite.....	31
<b>Tabla 7-3:</b>	Tratamientos de blanqueamiento y purificación .....	32
<b>Tabla 8-3:</b>	Experimentación de saponificación .....	34
<b>Tabla 9-3:</b>	Densidades de los aditivos .....	35
<b>Tabla 10-3:</b>	Experimentación jabón líquido .....	35
<b>Tabla 11-3:</b>	Formulaciones para adición de micro polvos.....	35
<b>Tabla 12-3:</b>	Inversión fija.....	46
<b>Tabla 13-3:</b>	Costos de mano de obra .....	47
<b>Tabla 14-3:</b>	Costos de servicios básicos .....	47
<b>Tabla 15-3:</b>	Costos de materia prima para 200 unidades diarias de 250 ml .....	47
<b>Tabla 16-3:</b>	Egresos anuales.....	48
<b>Tabla 17-3:</b>	Costos totales de inversión fija y egresos.....	48
<b>Tabla 18-3:</b>	Costos de materia prima para elaboración de una unidad de jabón líquido .....	49
<b>Tabla 19-3:</b>	Costos de producción y precio de venta al público .....	49
<b>Tabla 20-3:</b>	Ingresos anuales.....	50
<b>Tabla 1-4:</b>	Análisis físico de la cáscara de huevo y micro polvo .....	51
<b>Tabla 2-4:</b>	Análisis microbiológico de la cáscara de huevo y micro polvo.....	51
<b>Tabla 3-4:</b>	Análisis físico de aceite de cocina usado y aceite tratado .....	51
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis bromatológico de aceite de cocina usado y aceite tratado .....	52
<b>Tabla 5-4:</b>	Valores mínimos y máximos de la variable independiente .....	52
<b>Tabla 6-4:</b>	Tratamientos para adición de micro polvos por triplicado .....	53
<b>Tabla 7-4:</b>	Valoración en cada formulación .....	53
<b>Tabla 8-4:</b>	Análisis ANOVA de las variables medidas.....	54
<b>Tabla 9-4:</b>	Análisis físico del jabón líquido.....	54
<b>Tabla 10-4:</b>	Análisis microbiológicos del jabón líquido.....	54
<b>Tabla 11-4:</b>	Análisis fisicoquímicos del jabón líquido .....	55
<b>Tabla 12-4:</b>	Análisis costo beneficio del proyecto.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2.</b>	Saponificación .....	10
<b>Figura 2-2.</b>	Saponificación en frío.....	10
<b>Figura 3-2.</b>	Saponificación por semi-ebullición .....	11
<b>Figura 4-2.</b>	Saponificación por ebullición completa.....	12
<b>Figura 1-3.</b>	Esquema de reflujo en la determinación del índice de saponificación. ....	27
<b>Figura 2-3.</b>	Masa de la muestra de aceite .....	28
<b>Figura 3-3.</b>	Adición de solución etanólica KOH (0.5M) .....	28
<b>Figura 4-3.</b>	Conexión al sistema de refrigeración y agitación continua .....	29
<b>Figura 5-3.</b>	Adición de Fenolftaleína.....	29
<b>Figura 6-3.</b>	Titulación con solución HCl (0.5 M).....	29
<b>Figura 7-3.</b>	Viraje de titulación .....	30
<b>Figura 8-3.</b>	Tratamientos de Blanqueamiento y Purificación .....	33

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Cronograma del Proyecto .....	17
<b>Gráfico 2-3:</b> Etapas del proceso metodológico.....	20
<b>Gráfico 3-3:</b> Etapas del proceso metodológico en obtención de micro polvos .....	25
<b>Gráfico 4-3:</b> Etapas del proceso metodológico en la obtención de jabón .....	26

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ACU</b>	Aceite de cocina usado
<b>AB</b>	Aceite blanqueado
<b>ABF</b>	Aceite blanqueado filtrado
<b>ANOVA</b>	Análisis de varianza
<b>AOAC</b>	Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales
<b>AP</b>	Aceite purificado
<b>APF</b>	Aceite purificado filtrado
<b>AT1</b>	Aceite tratado 1
<b>AT2</b>	Aceite tratado 2
<b>AT3</b>	Aceite tratado 3
<b>AT4</b>	Aceite tratado 4
<b>B</b>	Blanqueado
<b>BF</b>	Blanqueado filtrado
<b>BS</b>	Blanqueado separado
<b>cg</b>	Centigramos
<b>cP</b>	Centipoise
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>E</b>	Entrada
<b>g</b>	Gramos
<b>h</b>	Hora
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Peróxido de Hidrógeno
<b>HCl</b>	Ácido Clorhídrico
<b>I</b>	Impureza
<b>INEN</b>	Servicio Ecuatoriano de Normalización
<b>IP</b>	Índice de peróxido
<b>IS</b>	Índice de saponificación
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>IY</b>	Índice de yodo
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>KOH</b>	Hidróxido de Potasio
<b>L</b>	Litro
<b>M</b>	Muestra
<b>meq</b>	Miliequivalente

<b>mg</b>	Miligramo
<b>ml</b>	Militros
<b>NaCl</b>	Cloruro de Sodio
<b>NTE</b>	Norma Técnica Ecuatoriana
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno activo
<b>PF</b>	Purificado filtrado
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>PS</b>	Purificado separado
<b>PR</b>	Período de recuperación
<b>PVP</b>	Precio de Venta al Público
<b>RBC</b>	Relación Beneficio Costo
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>S</b>	Salida
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>UFC</b>	Unidad formadora de colonias
<b>VAN</b>	Valor Actual Neto

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** CARACTERIZACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO

**ANEXO B:** CARACTERIZACIÓN DE MICRO POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO

**ANEXO C:** CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DOMÉSTICO RESIDUAL SIN  
TRATAMIENTO

**ANEXO D:** CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DOMÉSTICO TRATADO

**ANEXO E:** CARACTERIZACIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO

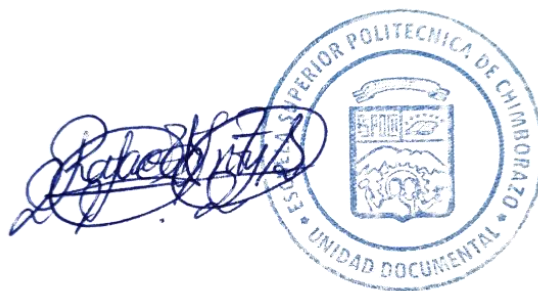
**ANEXO F:** ETIQUETA DEL JABÓN LÍQUIDO



## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo la elaboración de jabón líquido a partir de aceite doméstico residual y cáscara de huevo. Se inició con la recolección y caracterización de la cáscara de huevo para evaluar sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas, se procedió a la obtención de micro polvos por métodos mecánicos y químicos, los químicos para la desinfección y eliminación de salmonella y los físicos como molienda y tamizado para la obtención de micro polvos, posteriormente se llevó a cabo un análisis microbiológico para detección salmonella indicando ausencia. A continuación, el aceite doméstico residual se sometió a un proceso de filtración para eliminar impurezas, luego se purificó con salmuera al 5% m/v para eliminar partículas de menor tamaño, y finalmente se realizó un blanqueamiento con una solución de peróxido de hidrógeno al 5 % v/v. Tanto el aceite doméstico residual como el purificado fueron caracterizados física y químicamente. El aceite purificado presentó 249 mg/g de índice de saponificación, 20 cg/g de índice de yodo, 1.25 meq O<sub>2</sub>/Kg de índice de peróxidos y 0.19% de ácidos grasos. Para determinar la formulación óptima se realizaron pruebas de laboratorio, teniendo 20.9 ml aceite purificado, para su posterior reacción de saponificación con una solución de 4.731 g hidróxido de potasio al 20% m/v. Se concluye que la formulación óptima resulta de la mezcla de pasta de jabón 41.1 g, benzoato 0.17g, betaina 0.514 g, glicerina 4.114 g, colorante 0.065 g, fragancia 0.824 g, agua 122.42 ml, micro polvo 0.25 g., misma a la que se le realizaron los análisis físicos, químicos y microbiológicos dando cumplimiento con la Norma NTE INEN 850. Se recomienda ensayar otros métodos en la purificación y blanqueamiento de aceites residuales con el fin de mejorar sus propiedades.

**Palabras clave:** <CÁSCARA DE HUEVO>, <ACEITE DOMÉSTICO RESIDUAL>, <SAPONIFICACIÓN>, <PURIFICACIÓN>, <BLANQUEAMIENTO>, <CONTAMINACIÓN HÍDRICA>.



1509-DBRA-UTP-2022

## SUMMARY

The objective of this study consisted of the production of liquid soap from waste domestic oil and eggshell. It began with the collection and characterization of the eggshell to evaluate its physical, chemical and microbiological properties, followed by the obtaining of micro powders by mechanical and chemical methods, the chemicals for disinfection and elimination of salmonella and the physical ones such as grinding and sieving to obtain micro powders; then a microbiological analysis was carried out to detect the salmonella indicating its absence. The residual domestic oil was then subjected to a filtration process to remove impurities, then purified with 5% m/v brine to remove smaller particles, and finally bleached with a 5% v/v hydrogen peroxide solution. Both the residual and purified domestic oil were physically and chemically characterized. The purified oil showed 249 mg/g saponification index, 20 cg/g iodine index, 1.25 meq O<sub>2</sub>/Kg peroxide index and 0.19% fatty acids. To determine the optimum formulation, laboratory tests were carried out, taking 20.9 ml purified oil, for subsequent saponification reaction with a solution of 4.731 g potassium hydroxide at 20% m/v. It is concluded that the optimum formulation is the result from the mixture of soap paste 41.1 g, benzoate 0.17 g, betaine 0.514 g, glycerin 4.114 g, coloring 0.065 g, fragrance 0.824 g, water 122.42 ml, micro powder 0.25 g., to which the physical, chemical and microbiological analyses were carried out in compliance with NTE INEN 850. It is recommended to test other methods in the purification and bleaching of waste oils in order to improve their properties.

**Keywords:** <EGG SHELL>, <RESIDUAL DOMESTIC OIL>, <SAPONIFICATION>, <PURIFICATION>, <BLEACHING>, <WATER POLLUTION>.



Dra. Ana Gabriela Reinoso Espinosa, Mgtr.

C.I. 110369613-2

## INTRODUCCIÓN

La creación del jabón, como tantos otros interesantes descubrimientos, probablemente fue accidental. La historia predominante sostiene que, en el pasado, en el Monte Sapo en Roma, se quemaban animales como ofrendas a los dioses. Después de las ceremonias, las fogatas se llenaban de cenizas y grasas animales. Cuando llovía, el agua corría a través de las cenizas y las grasas, llevándolas hasta el río. Cuando las mujeres romanas llevaron su ropa al río, encontraron grumos de una sustancia cerosa pálida flotando en el agua. Las mujeres empapaban su ropa y la lavaban golpeándola contra las rocas. Cuando la sustancia cerosa se batía con la ropa, hacía espuma y la ropa quedaba más limpia. Eventualmente, esto se descifró y comenzó el proceso de hacer jabón a partir de grasa animal.

En su forma más simple, el proceso de fabricación de jabón es económicamente sostenible y respetuoso con el medio ambiente, ya que no se forman productos de desecho. El jabón en sí es biodegradable y el proceso de saponificación requiere un aporte mínimo de energía. Los aceites vegetales y las grasas animales se componen de triglicéridos, que son moléculas de glicerol que se esterifican en tres ácidos carboxílicos de cadena larga (ácidos grasos). Cuando los triglicéridos se combinan con una base acuosa como hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, se produce la hidrólisis de los ésteres de triglicéridos. El producto de esta reacción es el jabón, que contiene las sales de los ácidos grasos y glicerol libre. Las sales de los ácidos grasos son las que dan al jabón sus propiedades características (Maotsela, Danha y Muzenda, 2019, p.542).

La descarga de aceite de cocina usado causa contaminación ambiental en las aguas receptoras, particularmente cuando se asocia con metales pesados que pueden conducir a la formación de compuestos organometálicos peligrosos.

Se espera que los desechos globales crezcan sustancialmente para 2050, por lo tanto, definir una estrategia efectiva de gestión de desechos es un tema crucial tanto para la industria como para la academia. Hoy en día, los alimentos y los desechos verdes, en particular, representan una gran parte de la producción total de desechos. Teniendo todo esto en cuenta, el procesamiento efectivo y eventualmente la reutilización de materiales como el aceite de cocina usado es de suma importancia (Frota de Albuquerque Landi et al., 2022, p.20).

En la mayoría de los hogares se utiliza aceites para la cocción y preparación de alimentos, generando subproductos contaminantes amenazando de tal manera a los cuerpos hídricos como el caso de ríos que están más expuestos a la contaminación de este tipo debido a que la mayoría de las redes de alcantarillado tienen desfogue en las cuencas hídricas. El aceite por su estructura química es un compuesto que no se degrada en el medio ambiente ocasionando daños tanto en el suelo como agua como se detalló anteriormente, en el caso del suelo destruye el humus componente principal para la fertilidad (Procel, 2021, p.2).

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

A nivel global ha incrementado la insostenibilidad de los ecosistemas naturales, principalmente los acuáticos, en consecuencia, de la modernización existente que respalda el desarrollo en modelos de industrialización y producción extractiva, lo cual permite distinguir al agua como un recurso inagotable, agravado con el cambio climático.

El Ecuador es considerado el país más mega diverso en el mundo, esto se debe a que cuenta con los cuatro mundos, la Sierra Andina, la Selva Amazónica, la Costa y la tan maravillosa Región Insular. Entendiendo de esta manera que nuestro país es rico en recursos hídricos pero que a lo largo del tiempo la mala conciencia e inconciencia de las personas ha generado que se contamine por verter desperdicios, pesticidas, detergentes, líquidos industriales y domésticos residuales, lo cual convierte a las aguas en un bien de mala calidad y peligroso tanto para la naturaleza como para la salud humana.

Nuestro país es conocido por la diversidad culinaria existente, del mismo modo se sabe que cada cocina ecuatoriana hace uso de aceites vegetales para la cocción de los alimentos, por lo tanto, existe un gran desconocimiento al momento de desechar estos residuos provocando grandes consecuencias esto debido a que generalmente son enviados por el lavabo o alcantarillado ocasionando problemas directos con plantas de tratamiento de aguas.

El autor Procel (2021, p.1), en su trabajo “Reutilización de aceite de cocina del restaurante los Toledos, para la elaboración de detergente en polvo de uso doméstico” desarrolló el producto con una etapa de cuantificación donde recolecto 1 galón de aceite usado, del que se utilizó 1.5 litros para llevar a cabo el experimento obteniendo un producto final en polvo de textura fina y coloración blanquinosa, concluyendo que la reutilización del aceite es una oportunidad económica viable para los centros que se dedican a la venta de comida.

El trabajo de Félix et al. (2017, p.1), presenta una prospectiva verde basada en la reutilización de materiales de desecho como cáscaras de almendras, cáscaras de naranja y aceite de cocina usado para fabricar jabón. En Portugal, se generan miles de toneladas de residuos a partir del aceite de cocina usado y la producción de residuos de cáscaras de frutos secos crece cada año. Además, el alto consumo de cítricos, en particular de naranjas, genera grandes cantidades de piel de cítricos. Por lo tanto, es necesario diversificar los mecanismos de reutilización de estos residuos, con el fin de convertirlos nuevamente en materias primas. Cumpliendo con esta tendencia, este trabajo se llevó a cabo procesando y moliendo cáscaras de almendra, tratando aceite usado, procesando cáscaras de naranja y extrayendo limoneno, formulando y produciendo jabón, y realizando un

estudio de aceptación del producto final. Los resultados validaron un alto potencial de la idea en el campo de la educación ambiental, por lo que puede ser replicada en clases prácticas. También puede ser útil para la gestión de residuos.

El consumo de alimentos fritos se viene realizando desde la antigüedad, especialmente en los países mediterráneos vinculado a la producción de oliva, a diferencia de otras zonas donde no era popular o se usaban diferentes aceites o grasas. Sin embargo, en la actualidad la fritura de alimentos es aceptada como una práctica culinaria a nivel mundial tanto en el hogar como fuera de casa (Yagüe, 2003, p.4).

El control del aceite ya utilizado es un desafío debido a los problemas que trae consigo en su disposición final, así como la contaminación que genera en el agua y el suelo. Es por esta razón que la alternativa de aprovechamiento de este desecho resulta primordial para reducir el impacto en el ambiente y de la misma manera concientizar a los propietarios o administradores de los comedores, sobre el manejo del aceite residual que generan en sus actividades diarias (Serrano , 2019, p.1).

La grasa y el aceite pueden no parecer perjudiciales, pero a medida que enfría se congela y se endurece. Se adhiere al revestimiento interior de las tuberías de drenaje y restringe el flujo de aguas residuales haciendo que las tuberías se bloqueen. El uso de detergentes o lejía puede parecer de ayuda, pero esto sólo es temporal, ya que la mezcla pronto vuelve a ser sólida. Estos bloqueos pueden provocar inundaciones de alcantarillado, problemas de malos olores y el riesgo de aparición de vectores biológicos (Northern Ireland Environment Agency, 2018, p.3).

## **1.2. Identificación del Problema**

El recurso hídrico es uno de los pilares fundamentales para la vida de todo ser vivo, por tal motivo resulta importante preservar el mismo argumentando con medidas alternativas que pretendan salvaguardar este recurso.

En la actualidad, la gastronomía ecuatoriana hace uso en su mayoría de platos que conllevan aceites de origen vegetal, que en su mayor parte son enviados por los lavabos y alcantarillas al cumplir con su vida útil, para el año 2014 el 31.32% de la población envió por el desagüe restos de estos desechos considerados peligrosos, afectando directamente los procesos de tratamiento del agua.

Dentro de este aspecto los residuos generados de aceite al fusionarse con diferentes tipos de detergentes o jabones forman las conocidas “bolas de grasa” que ocasionas atascamientos dentro del sistema de alcantarillado, y a su vez perturba el procesamiento del agua, lo cual genera problemas en las plantas depuradoras de aguas residuales y en las redes de saneamiento.

Según (González Canal y González Ubierna, 2015, p.1) establecen que un litro de aceite doméstico residual llega a contaminar alrededor de 40 000 litros de agua, lo que es equivalente al consumo

anual de agua de una persona en su domicilio. Además, que este contiene aproximadamente 5 000 veces más carga contaminante.

De tal modo el diseño de un proceso de elaboración de jabón a partir del aceite doméstico residual y cáscara de huevo nos propone solventar la contaminación ambiental a más de reducir gastos económicos en la obtención de materia prima para su fabricación.

### **1.3. Justificación del Problema**

El proyecto prevé minimizar la contaminación ambiental existente a raíz de los residuos generados en las cocinas ecuatorianas, valorando los aceites generados en los mismos, de tal modo que sea reutilizado en la alternativa de elaboración de jabón.

Además de generar un producto eco amigable que exhiben una alta biodegradabilidad descomponiéndose de forma natural, haciendo uso de la cáscara de huevo que presentan un poder abrasivo bondadoso con la piel de las personas a más de ser provechoso en la eliminación de suciedad.

Gracias al desarrollo industrial de cosméticos e instrumentos de aseo existente en el cual se ve a personas insatisfechas con los demás jabones existentes en el mercado, nace la necesidad de generar un jabón que elimine toda la suciedad y que a su vez no deteriore las manos de las personas a base de la reutilización de residuos y elementos naturales, y de tal forma aportar de manera ecológica a esta industria que crece constantemente.

### **1.4. Beneficiarios Directos e Indirectos**

#### ***1.4.1. Beneficiarios Directos***

El propósito del presente trabajo de titulación es beneficiar y enriquecer los conocimientos del sector estudiantil, principalmente los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ya que este brindará un modelo base para la elaboración de un jabón a partir de la reutilización de aceite residual como alternativa ecológica.

#### ***1.4.2. Beneficiarios Indirectos***

- Proveedores de materia prima puesto que será de utilidad la reutilización de los desechos generados en puestos de comida rápida.
- La humanidad como aporte importante a la reducción de la contaminación hídrica ocasionada por el exceso de aceites residuales en redes de saneamiento.

- El cliente el cual obtendrá un producto innovador con propiedades bondadosas para la piel a partir del cloruro de calcio presente en la cáscara de huevo.

## **1.5. Objetivos del Proyecto**

### ***1.5.1. Objetivo General***

Elaborar jabón eco amigable a partir de aceite doméstico residual y cáscara de huevo como alternativa de limpieza.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

- Caracterizar la materia prima bruta necesaria para la producción de jabón líquido
- Preparar la materia prima para la obtención de jabón.
- Realizar pruebas a nivel de laboratorio para escoger el mejor método para la obtención de jabón a partir de aceite residual.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso de elaboración de jabón eco amigable.
- Validar el diseño del proceso en base a los requisitos de la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 850. Productos cosméticos. Jabón líquido de tocador.
- Elaborar un estudio costo/beneficio del jabón para analizar la rentabilidad del proyecto.

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Antecedentes

El presente estudio se fundamenta en varias investigaciones relacionadas con la temática de saponificación de ácidos grasos, entendiéndose específicamente como elaboración de jabón, mediante el aprovechamiento de residuos líquidos domésticos.

En investigaciones realizadas a nivel internacional, Fernández et al. (2020, p.1), quién en su investigación desarrollada en la Urb. Santa María del Pinar, distrito Piura, buscó diseñar el proceso de elaboración de jabón de uso doméstico a base de aceite de cocina usado, para esto se estudió una muestra probabilística de 68 personas. Se realizó un cuestionario a los posibles clientes, considerando preguntas específicas que brinden información necesaria. En esta investigación se encontró que a partir de la información descrita acerca de cuánto puede afectar y generar problemas el aceite usado no recolectado, se determinó el interés de las personas por querer reducir estos problemas y el apoyo que tendría la idea de proyecto por parte del público. Se concluyó que el diseño del producto nuevo contribuye a la reducción de la contaminación de aguas residuales, ríos y mares.

Tacoma (2021, p.viii), en su investigación, desarrollado en la ciudad de Lima, elaboró jabón líquido antibacterial a partir de la Gestión de Residuos de Aceite Vegetal, para este estudio se aplicó una muestra probabilística de 20 encuestados con respecto a la calidad y preferencia por el jabón líquido; para el cual la mejor formulación establecida fue que a partir de 50 g de aceite residual fue necesario KOH con un 10% de exceso manteniendo homogenización a una temperatura de 90°C para obtener pasta jabonosa, para su posterior dilución se usó una relación 17:83 entendiéndose jabón y agua destilada según corresponda; 2ml de ácido cítrico al 50% para regulación de pH y 2% de Cloroxilenol como ingrediente antibacteriano. Se concluyó que la calidad y preferencia del jabón producido variaba de regular a buena en términos de consistencia, color y olor, pero el 10% del jabón presentaba reacciones cutáneas (sequedad, ardor, picazón). Al final, en la mayoría de los casos, encontraron muy interesante y de su agrado el proyecto elaborado.

A nivel nacional encontramos que Serrano (2019, p.5) propone evaluar el uso y disposición final del aceite vegetal residual proveniente de comedores en Gral. Villamil Playas, este estudio fue llevado a cabo a partir de encuestas en los comedores dentro del área de estudio, obteniendo información a través de una serie de preguntas cerradas, las cuales fueron previamente establecidas y dirigidas a las personas que participan en el sector. También se evaluó el



conocimiento del entrevistado sobre el posible impacto ambiental y el uso de aceite residual como materia prima para desarrollar nuevos productos. En el proyecto a mayoría de los comedores encuestados se predisponen a llevar el aceite de cocina usado a un lugar limpio para su reutilización. Finalmente, la gestión de aceite residual más factible es la implementación de contenedores en puntos de recolección establecidos.

Por último, de acuerdo Muñoz (2020, p.viii) en su proyecto final planteó evaluar la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho, mediante una investigación experimental expone determinar los efectos al aplicar aceites vegetales usados con distintas concentraciones de Hidróxido de Sodio. En consecuencia, se dedujo que las concentraciones de lejía influyen directamente con las características fisicoquímicas del jabón como pH, alcalinidad libre como NaOH, cloruros y nivel de espuma, por lo cual se determinó que al 7% los mejores resultados.

## **2.2. Bases Conceptuales y teóricas**

### **2.2.1. Jabón**

#### *2.2.1.1. Historia*

En la antigua Babilonia ya se usaba el jabón. Los sumerios y los hebreos también lo usaban; los egipcios lo utilizaban para lavar ropa o con fines medicinales (Lázaro, 2004, p.3).

La fórmula más antigua encontrada es del 2250 a. Su expansión debería comenzar en Europa, más precisamente en Italia y España, y desde allí extenderse a Inglaterra y Francia. Hasta entonces, los jabones tenían un aspecto desagradable porque estaban hechos de grasa animal impura y ceniza de madera. Tras llegar a Inglaterra y Francia, se extendió al resto del mundo a finales de 1700 con el desarrollo de la fabricación de hidróxido de sodio (comúnmente conocida como soda cáustica). (Lázaro, 2004, p.3).

#### *2.2.1.2. Definición*

“El jabón es un agente limpiador o detergente que se fabrica utilizando grasas vegetales animales y aceites. Químicamente es la sal de sodio o potasio que se forma por la reacción de grasas y aceites con un álcali” (Cruz y García, 2011, p. ).

#### *2.2.1.3. Características*

Según Montiel (2017, p.28) sostiene que el jabón es un producto esencial con un pH entre 7,5 y 9, es un material versátil que acepta una variedad de aditivos sólidos y líquidos.

La característica más importante es que la porción de hidrocarburo de la molécula de jabón tiene un efecto de limpieza de "disolución" en gotas de grasa y suciedad insolubles en agua. Asimismo, el grupo carboxilato (-COO-) disuelve agua en la masa grasa por solvatación de los iones (Téllez y Sánchez, 2010, p.20).

#### *2.2.1.4. Tipos de jabones*

Dado a las propiedades detergentes de la sal orgánica que es el jabón, pueden presentarse en:

- Forma sólida: depende del álcali Hidróxido de Sodio (NaOH).
- Forma líquida: depende del álcali Hidróxido de Potasio (KOH).

#### *2.2.1.5. Procesos de elaboración de jabón*

- Síntesis por saponificación directa de las grasas neutras

Denominada también como hidrólisis alcalina de ésteres, es la reacción química en la cual los triglicéridos presentes en el aceite y/o grasas son saponificados directamente al estar en contacto con una base fuerte, el álcali, como la sosa caustica y se produce jabón y glicerina como resultado (Fernández et al., 2020, p.31).

- Síntesis por neutralización de cuerpos grasos

“El ácido graso destilado, obtenido de los triglicéridos por hidrólisis, se neutraliza con la base. En este caso no se obtiene glicerina como subproducto, sino que se obtiene agua” (Montiel, 2017, p.32).

- Síntesis por saponificación del metiléster con un álcali

“El metiléster es obtenido por transesterificación catalítica de triglicéridos con el metanol o esterificación catalítica directa de ácidos grasos con el metanol” (Montiel, 2017, p.33).

#### *2.2.1.6. Jabón Líquido*

“Son jabones blandos disueltos en agua, alcohol, glicerina o mezcla de estas sustancias, adicionados o no con esencias que les den olor agradable” (Montiel, 2017, p.30).

Los ingredientes básicos de los jabones líquidos son los tensioactivos, particularmente de tipo aniónico (laureato de sodio sulfato, lauril sulfato de sodio y otros sulfatos). Los detergentes líquidos normalmente se formulan con sales de sodio y tensioactivos; la razón principal es su bajo precio. Además, los compuestos de este tipo tienen una alta capacidad para aumentar la viscosidad de los detergentes (Bratoveic et al., 2018, p. 32).

De acuerdo con Hilario (2019, p.59), el jabón líquido se define como un producto elaborado a partir de una mezcla proporcional de aceites o grasas con alto contenido en ácido oleico, hidróxido de sodio e hidróxido de potasio, los jabones líquidos son productos cosméticos para la higiene de

manos y cuerpo que están compuestos por principios activos tónicos Elaborados como humectante o espesante, ingredientes que no resecan la piel, hacen menos espuma por lo que no deja residuos en la piel, mantiene el pH equilibrado y protege de las agresiones externas.

- Tipos de Jabón líquido

Los jabones líquidos naturales se forman a partir de una mezcla de ácidos grasos de palma o coco, para obtener el producto deseado se agrega una pequeña cantidad de aceite vegetal de girasol o soya, utilizando hidróxido de potasio alcalino se creará un jabón que puede causar irritación y resequedad (Estrella, 2021, p.11).

Jabón líquido semisintético se forma a partir de una mezcla de surfactantes de ácido oleico producto de la neutralización de una amina orgánica llamada monoetanolamina, son sustancias solubles en agua y otorga la sensación de limpieza a la piel (Estrella, 2021, p.11).

Jabón líquido sintético contiene agentes espumantes como los surfactantes, se les añade en proporciones pequeñas aceites esenciales, aditivos que aportan cuidados específicos, ofreciendo fragancias y colores agradable además poseen propiedades limpiadoras, compatibles con distintos tipos de agua (Estrella, 2021, p.11).

- Acción limpiadora

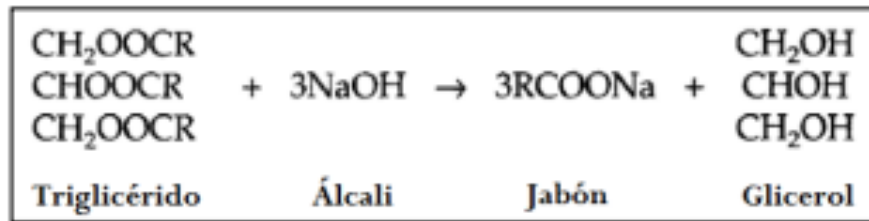
El jabón presenta dos porciones, la porción que carece de carga interacciona con la sustancia grasa desasiéndola, mientras que la porción con carga se dirige al exterior creando gotas, las moléculas de jabón cubren totalmente la gota grasa formando una micela que posee agua y grasa (Valencia y Serna, 2011, p.228).

## **2.2.2. Saponificación**

### *2.2.2.1. Definición*

Muñoz (2020, p.15), propone que es una reacción química entre grasas o aceites y sosa, se obtiene inicialmente la sal del ácido como producto, las bases o alcalinos consiguen ser sales de sodio o potasio y de calcio todas actúan como poder cáustico y pueden dar resultados similares en cuanto al amparo de los ácidos grasos.

La reacción de saponificación, también conocida como proceso en frío para hacer jabón, es la hidrólisis alcalina de los triacilgliceroles. Estos ésteres son los principales constituyentes de los aceites vegetales y las grasas animales; pueden reaccionar con una base mineral fuerte como el hidróxido de sodio, en medio acuoso, para producir las sales de sodio de los ácidos grasos libres hidrolizados (el jabón opaco) y glicerol (Félix et al., 2017, p.2).



**Figura 1-2.** Saponificación

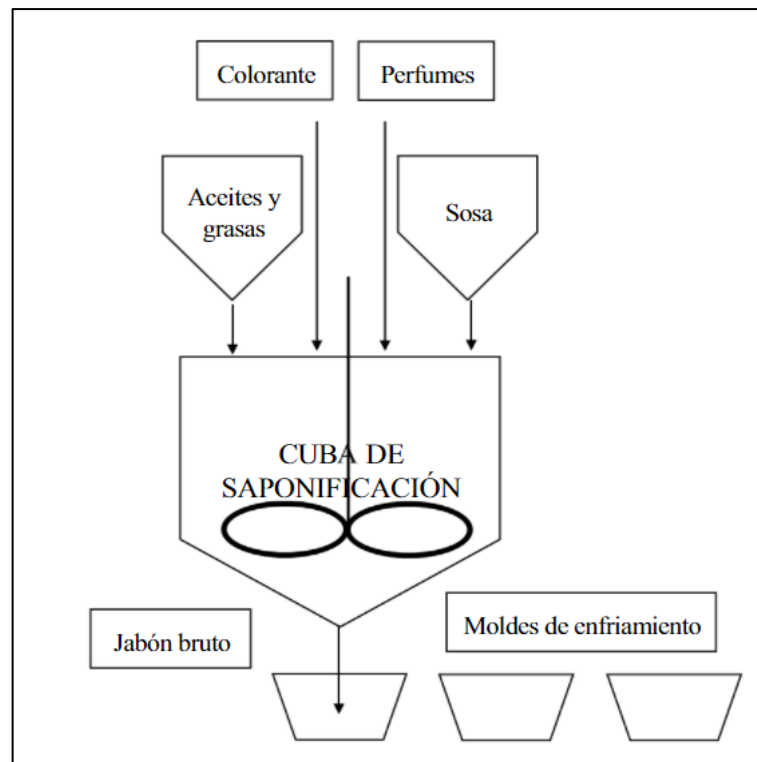
Fuente: (Guerrero, 2014, p.17)

### 2.2.2.2. Proceso de saponificación

- Saponificación en frío

Según Rodríguez (2017, p.34), el proceso en frío es un proceso discontinuo, por lote, el cual consiste en añadir paulatinamente las grasas en una cuba de saponificación, la cantidad necesaria de disolución de sosa. Posteriormente, se debe mantener una agitación durante dos horas, y los aditivos como colorantes y perfumes, se añaden generalmente en este estado.

Una vez la mezcla espesa se vierte en los moldes de enfriamiento para continuar con el proceso de saponificación por varios días. El jabón bruto es desmoldado, cortado y dirigido a la línea de acabados.



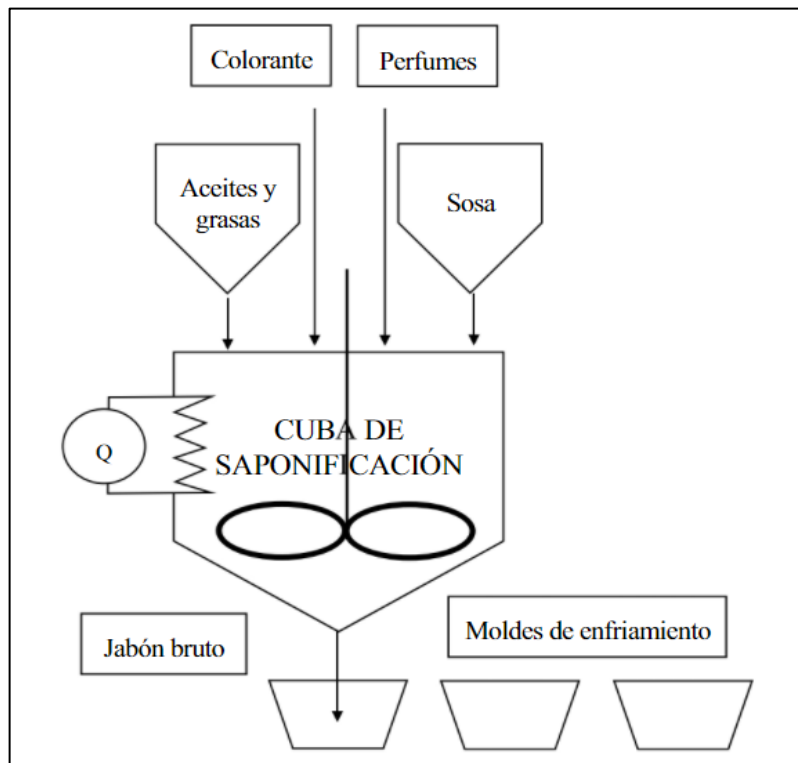
**Figura 2-2.** Saponificación en frío

Realizado por: (Rodríguez, 2017, p.35)

- Saponificación por semi-ebullición

Se distingue del proceso en frío por el calentamiento, dado que la mezcla a saponificar debe mantenerse a 70-90°C para acelerar y completar la reacción. Cada aditivo, colorante y perfume debe añadirse al final para evitar su evaporación (Rodríguez, 2017, p.35).

Mientras se da la saponificación se permite la adición de la cantidad de sosa antes de la extracción de jabón bruto. Además, se puede reciclar los desechos de la producción, se logra una mejor incorporación de aditivos y una buena selección de materia prima. La reacción de saponificación es más completa y el tiempo de maduración del jabón el ligeramento menor (Rodríguez, 2017, p.36).



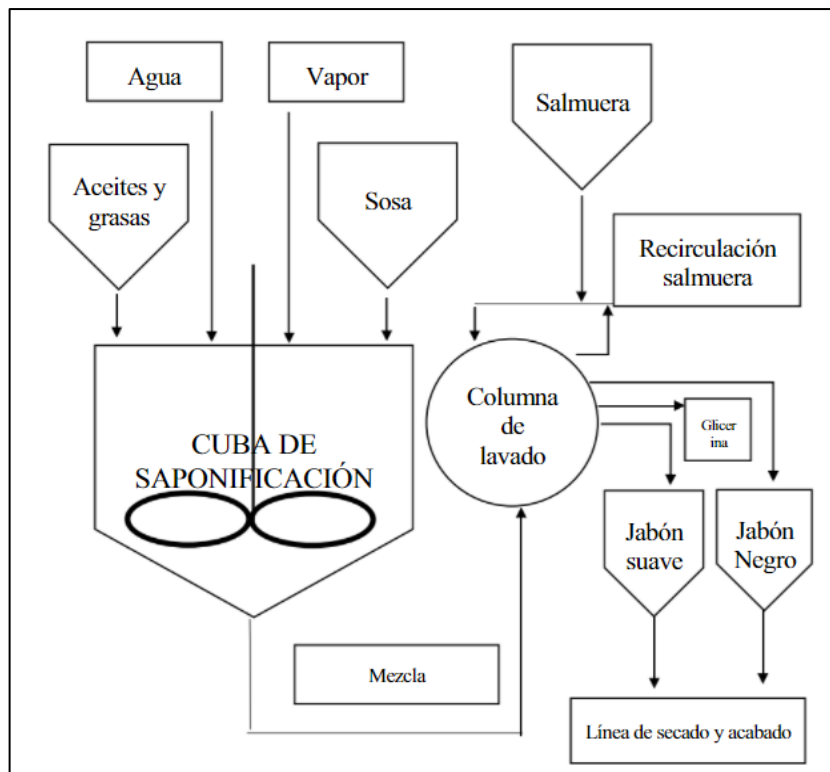
**Figura 3-2.** Saponificación por semi-ebullición

Realizado por: (Rodríguez, 2017, p.36).

- Saponificación por ebullición completa

Se distingue por las diferentes operaciones siguientes al proceso de saponificación, como extracción de glicerina, de lejía, recuperación de salmuera, etc. Se mantiene una fuerte agitación con una temperatura superior a 80°C, lo que permite el uso de una amplia gama de grasas.

A continuación, se añade la disolución de sosa, la mezcla se da con vapor vivo y una temperatura de 85°C. Tras la saponificación y transcurrida una hora, la masa se somete a lavado con salmuera, para eliminar impurezas y recuperar la glicerina obtenida como subproducto. Se deja reposar y madurar la mezcla por aproximadamente 45 minutos (Rodríguez, 2017, p.37).



**Figura 4-2.** Saponificación por ebullición completa

Realizado por: (Rodríguez, 2017, p.37).

### 2.2.2.3. Índice de Saponificación

“Es la cantidad en miligramos de álcali, específicamente de hidróxido de potasio (KOH), que se necesita para saponificar un gramo de determinado aceite o grasa. Por otra parte, este índice de saponificación varía para cada grasa o aceite en particular” (Ferreyra ,2015, p.2).

A partir del valor de saponificación se puede determinar la cantidad exacta de álcali que debemos añadir para una cantidad de aceite para llevar a cabo la saponificación, es decir, elaboración de jabón. Este valor de índice apoya la decisión sobre una elección de formulación en una amplia gama de posibilidades.

En términos moleculares un mol de grasa o de aceite requiere tres moles de KOH para su saponificación completa porque hay tres enlaces de éster en una molécula de una grasa o aceite, debido a que un gramo de una grasa de alto peso molecular tiene menos moléculas que un gramo de una de bajo peso molecular el peso del KOH que se necesita para la saponificación será menor en la grasa de peso molecular alto.

#### 2.2.2.4. *Índice de Yodo*

Este parámetro se utiliza con el fin de medir la instauración principalmente de los ácidos grasos que conforman al aceite o grasa, cuya definición es cantidad de gramos de yodo absorbido en cien gramos de muestra, de acuerdo con este parámetro es posible clasificar los aceites como:

Aceites no secantes < 110 (índice de Yodo)

Aceites semisecantes 110-135 (índice de Yodo)

Aceites secantes >135 (índice de Yodo) (Alvarado y Sandoval, 2018, p.49).

#### 2.2.2.5. *Índice de Peróxido*

Se utiliza para evaluar el contenido de oxígeno activo presente en el aceite o grasa. Generalmente la presencia de peróxidos suele darse por el maltrato a la semilla como por la no protección del aceite obtenido a la luz y el calor, lo que aumenta el índice de peróxido disminuyendo la calidad del aceite (Alvarado y Sandoval, 2018, p.49).

### 2.2.3. *Aceite*

#### 2.2.3.1. *Definición*

Serrano (2019, p.10) sostiene que los aceites son sustancias de origen vegetal o animal, compuesto principalmente por triglicéridos, cada uno conformado por una molécula de glicerol esterificada con tres ácidos grasos.

El aceite puede estar formado por un único tipo de triglicérido o por una mezcla de triglicéridos. Si la mezcla es líquida a una temperatura ambiente (20°C), es un aceite, caso contrario se trata de una grasa (Serrano, 2019, p.10).

#### 2.2.3.2. *Aceite vegetal*

“Se entiende como un compuesto orgánico obtenido por medio de semillas o frutos, pero sólo los denominados oleaginosos se pueden utilizar para la producción de aceite a nivel industrial” (Márquez, 2013, p.29).

#### 2.2.3.3. *Aceite vegetal residual*

“Son aquellos que se producen de manera continua o discontinua, a partir de su uso en el proceso de fritura de alimentos, el resultado es un residuo que debe ser gestionado para evitar contaminación” (Serrano, 2019, p.12).

De acuerdo a (Márquez, 2013, p.31) es el aceite que luego de su uso, se ha contaminado tanto por impurezas físicas como químicas, de modo que ya no es apto para su propósito original.

(Bognár, 1998, p.250) propone los métodos más importantes para freír alimentos:

- Fritura profunda: cocinar los alimentos con suficiente grasa o aceite caliente para que floten sobre ellos.
- Fritura superficial: freír alimentos con poca grasa o aceite en una sartén.
- Asado: freír principalmente alimentos que contienen proteínas con o sin grasa en un horno.

#### 2.2.3.4. *Alteraciones del aceite durante el proceso de fritura*

Como bien señala Bordin et al. (2013, p.6), los cambios del aceite provocados por el calentamiento, en este caso fritura, se producen durante este proceso reacciones de: hidrólisis, oxidación, termo-oxidación y la polimerización.

- Hidrólisis: Cuando los alimentos se fríen en aceite caliente, la humedad forma vapor, que se evapora con una acción burbujeante y disminuye gradualmente a medida que los alimentos se fríen. El agua, el vapor y el oxígeno inician las reacciones químicas en el aceite de fritura y los alimentos.
- “Oxidación: Este proceso se denomina oxidación lipídica, es la reacción del oxígeno con los lípidos del aceite y puede dar lugar a compuestos volátiles de sabor no deseable, productos de oxidación potencialmente tóxicos y un deterioro en la calidad” (Serrano, 2019, p.13).
- Termo-oxidación: Consiste en el mismo mecanismo químico de la oxidación, pero la velocidad de oxidación térmica es más rápida que la esto se debe al efecto del aceite sometido a elevadas temperaturas, es decir, su diferencia radica en la velocidad de reacción (Zhang et al., 2012, p.4).
- “Polimerización: Las altas temperaturas en el proceso de fritura forman los ácidos grasos libres que se unen entre sí para formar compuestos de mayor peso molecular como los ácidos grasos cíclicos” (Serrano, 2019, p.13).



### 2.2.3.5. Degradación del aceite

Los aceites sufren cambios visibles, la aparición rápida o lenta se debe principalmente a la calidad del aceite, el grado de insaturación, presencia de antioxidantes, tipo de fritura, tipo de alimento, temperatura utilizada y el tiempo de uso del mismo, entre otros factores (Cabarcas, 2003, p.26).

La característica principal a tomar en cuenta es la calidad del aceite dado a la formación de compuestos de degradación. Por lo que es recomendable analizar químicamente la calidad del aceite usado que dependiendo de la fuente varía su composición (Serrano, 2019, p.14).

### 2.2.3.6. Problemática ambiental

La mala manipulación y el incorrecto desecho del aceite vegetal usado es causante de diversos problemas ambientales, relacionados a su difícil degradación y persistencia en el ambiente.

**Tabla 1-2:** Problemática ambiental según el recurso natural

Recurso	PROBLEMAS
<b>AGUA</b>	Un litro de aceite vegetal usado contamina hasta 1000 litros de agua. Ocasiona taponamiento en los drenajes y es alimento para roedores.
<b>SUELO</b>	Genera permeabilidad de lixiviados en rellenos sanitarios. Los lixiviados contaminan los suelos y las aguas superficiales y subterráneas.
<b>AIRE</b>	En procesos de baja temperatura genera dioxinas que se dirigen a la atmósfera.

**Fuente:** (Reoil, 2009, párr. 20 ).

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2022.

### 2.2.3.7. Contaminación en el Ecuador

Los desechos de aceites y/o grasas presentan características peligrosas para el ambiente y la salud de las personas; en Ecuador se estima que el 54,36% de los ecuatorianos lo deposita con el resto de la basura, mientras que el 23,65% lo bota a la quebrada o desagüe y el 21,36% lo utiliza como alimento para animales. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2016, p.18)

## 2.2.4. *Huevo fresco*

### 2.2.4.1. *Definición*

“Son los huevos enteros en su cáscara que observados al ovoscopio aparecerán completamente claros, sin sombra, con yemas apenas perceptible, la clara será transparente, sin enturbiamientos y cámara de aire pequeña” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013c, p.1).

### 2.2.4.2. *Cáscara de Huevo*

“Constituye la protección exterior del huevo formada por una matriz de fibras entrelazadas de naturaleza proteica y por cristales de calcita” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013, p.1).

“Es el elemento protector de las sustancias nutritivas, de forma ovoide, liso, calcáreo, compuesto por sales minerales y que contiene un gran número de poros, que permiten un intercambio gaseoso entre el medio ambiente y el interior del huevo” (Pérez y Aguirre, 2019, p. 13).

Además, “se compone principalmente por 1.6% de agua, 95.1% de minerales, de los cuales el 93.6% corresponde a carbonato de calcio, 0.8% de carbonato de magnesio y 0.73% de fosfato tricálcio, y por último 3.3% de materia orgánica” (PÉREZ et al., 2018, p. 30).

- Carbonato de Calcio,  $\text{CaCO}_3$

“El carbonato cálcico o carbonato de calcio es el producto obtenido por molienda fina o micronización de calizas extremadamente puras, por lo general con más del 98.5% de contenido en  $\text{CaCO}_3$ .” (Pérez y Aguirre, 2019, p.15).

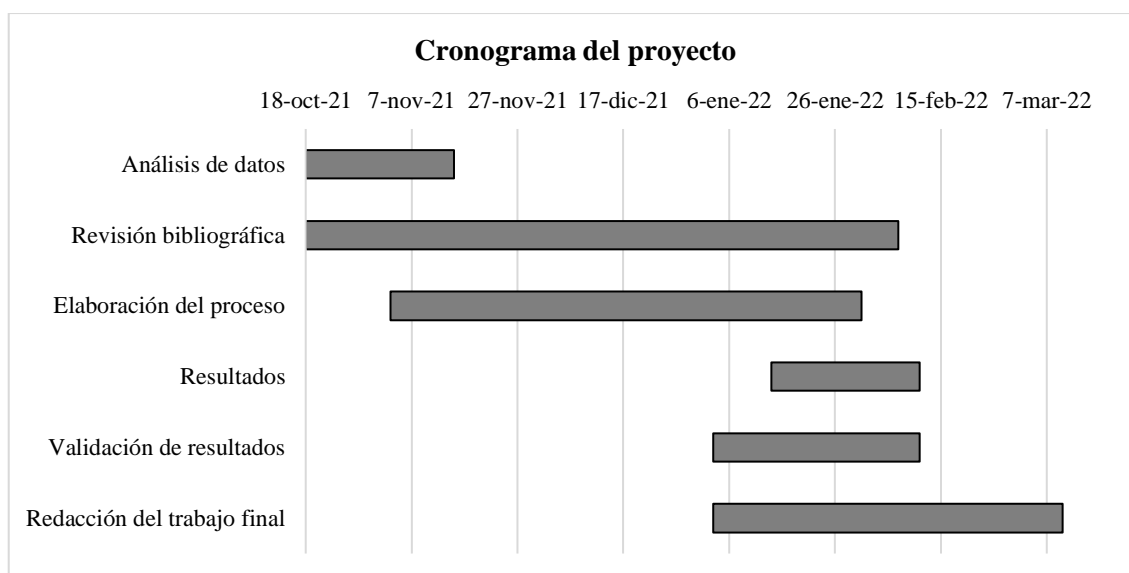
Generalmente, es usado como carga de papel (sustituye el caolín) y plásticos (mejora tanto la velocidad de extracción como las propiedades mecánicas), en industria farmacéutica, química básica, cosmética, en la de pinturas y adhesivos, en cerámica y en la de vidrio. (Pérez y Aguirre, 2019, p.15).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Planificación del proyecto

##### 3.1.1. Cronograma



**Gráfico 1-3.** Cronograma del Proyecto

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2021.

##### 3.1.2. Presupuesto

**Tabla 1-3:** Presupuesto del proyecto.

<b>PRESUPUESTO</b>			
<b>PRODUCTO</b>			
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MONTO</b>	<b>FUENTE DE FINANCIAMIENTO</b>	
		<b>INTERNA</b>	<b>EXTERNA</b>
Benzoato	\$5,00	X	
Betaina	\$4,00	X	
EDTA	\$4,00	X	
Agua purificada	\$4,00	X	
Glicerina	\$3,00	X	
Colorante	\$1,00	X	
Fragancia	\$2,00	X	

Texapón	\$3,50	X	
<u>SUBTOTAL</u>	<u>\$26,50</u>		
<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>			
ACTIVIDAD	MONTO	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		INTERNA	EXTERNA
Análisis físico-químicos	\$150,00	X	
Análisis microbiológicos	\$150,00	X	
<u>SUBTOTAL</u>	<u>\$300,00</u>		
<b>MATERIAL DE OFICINA</b>			
ACTIVIDAD	MONTO	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	
		INTERNA	EXTERNA
Impresiones	\$30,00	X	
Anillados	\$20,00	X	
Empastados	\$50,00	X	
<u>SUBTOTAL</u>	<u>\$100,00</u>		
<b><u>TOTAL</u></b>	<b><u>\$426.5</u></b>		

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.2. Tipo de Estudio

#### 3.2.1. Estudio Explorativo

En relación a la recopilación de fuentes bibliográficas, se hace un repaso histórico sobre los descubrimientos e investigaciones más importantes dentro del campo de elaboración de productos de limpieza, en este caso elaboración de jabón líquido a partir de aceite residual de cocina, se explica los distintos procesos de saponificación conocidos, como la neutralización de ácidos grasos, y los fundamentos necesarios para elaborar el producto final. El diseño de proceso involucra principalmente la determinación de la formulación correcta para elaborar pasta de jabón, y sus principales operaciones.

#### 3.2.2. Estudio Experimental

La descripción del proceso para la obtención tanto de micro polvos de cáscara de huevo como la pasta de jabón, determina la calidad del producto. Al momento de realizar cálculos estequiométricos se considera: los flujos de entrada y salida de cada operación, regulación de pH al producto, establecimiento de balances de masa y energía, diseño del proceso general, determinación de los parámetros a considerar en cada etapa, mediante los cálculos de ingeniería.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Método Inductivo**

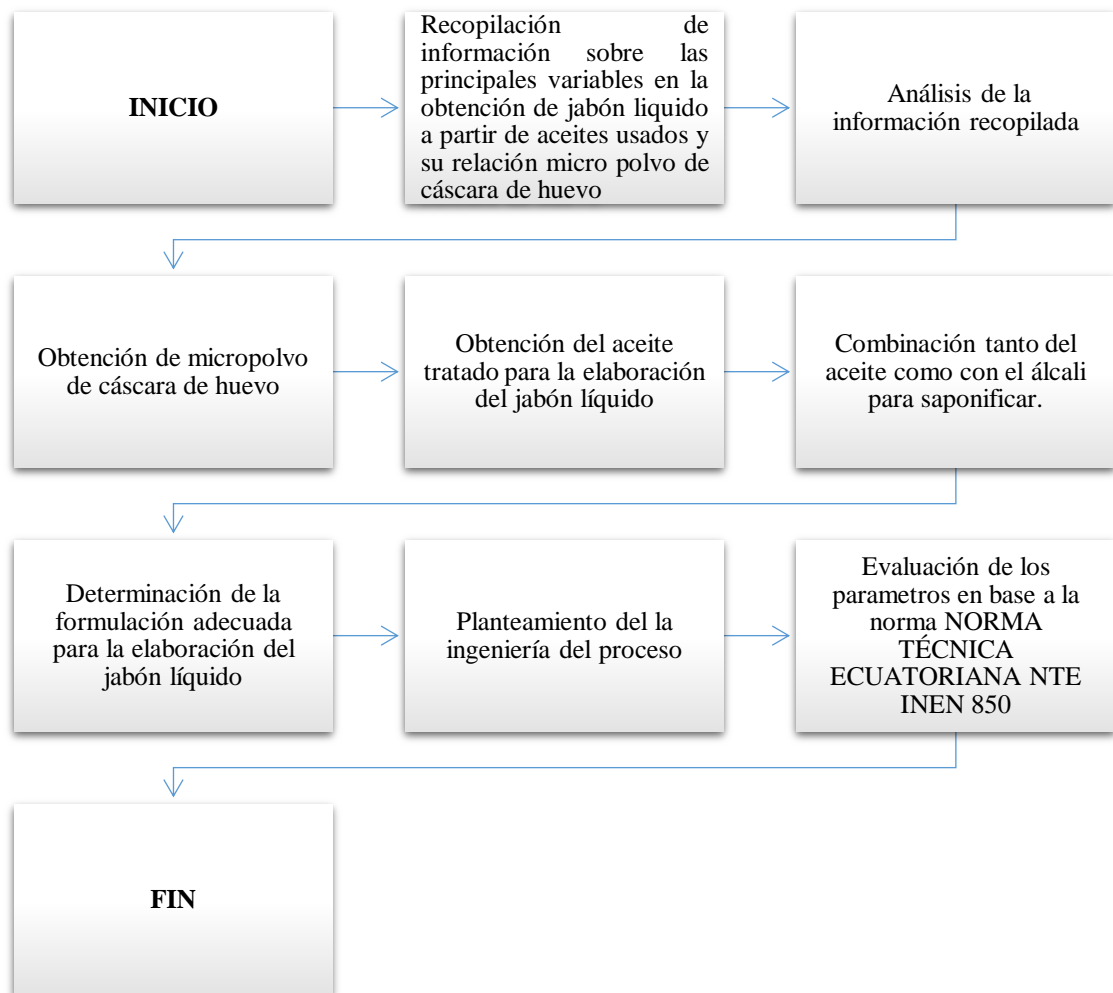
Observación estudia las condiciones de secado de las cáscaras de huevo, características físico-químicas y microbiológicas del micro polvo obtenido, de esta manera se logró conseguir datos iniciales para la transformación de la materia prima durante el proceso, de tal modo que se preserve la calidad del producto a elaborar.

#### **3.3.2. Método Deductivo**

Es necesario tener conocimiento acerca de los fundamentos y principios en cálculos básicos, operaciones unitarias, balance de masa y energía, entre otras; cuyo resultado permita conseguir el diseño adecuado del proceso con el fin de establecer el método más óptimo para elaboración de jabón a partir de aceite residual y cáscara de huevo; y en base a la deducción de los resultados obtenidos, lograr obtener un producto de calidad.

### **3.4. Metodología**

La metodología aplicada a la investigación es de tipo cuantitativa debido al estudio de un proceso de elaboración de jabón que conlleva el uso de datos numéricos para medir las diferentes variables de este proceso.



**Gráfico 2-3.** Etapas del proceso metodológico.

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2022.

La parte experimental se efectuó en los Laboratorios de Procesos Industriales, Operaciones Unitarias y Química Orgánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### **3.4.1. Muestreo de la materia prima bruta en la producción de jabón líquido**

#### **3.4.1.1. Caracterización de la cáscara de huevo**

Para el análisis de las cáscaras de huevo se realizó:

- Análisis físico

Este análisis se lo realiza con el fin de verificar que la materia prima previa a su proceso presente características óptimas.

Las características evaluadas son las siguientes:

Color

Olor

Aspecto

- Análisis Microbiológico

Se efectuó un estudio de salmonella para el cual se utiliza el método Reveal 2.0 que tiene como principio tiras rápidas de Reveal combinan un inmunoensayo con una técnica cromatográfica para obtener un resultado rápido y preciso en un solo paso.

Los resultados están disponibles en tan solo 15 minutos después del enriquecimiento. Los anticuerpos empleados aseguran una sensibilidad y especificidad únicas.

#### 3.4.1.2. Caracterización de aceite doméstico residual

Se caracterizaron las propiedades químicas del aceite residual doméstico previo al tratamiento. El índice de saponificación, yodo y peróxidos se determinaron según los métodos de la norma NTE INEN.

**Tabla 2-3:** Normas aplicadas a la caracterización del aceite doméstico residual.

<b>Propiedad</b>	<b>Norma</b>
Índice de Saponificación	NTE INEN-ISO 3657:2013
Índice de Yodo	NTE INEN-ISO 3961:2013
Índice de Peróxido	NTE INEN-ISO 3960:2013

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013<sup>a</sup>, p.1) (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013b, p.1) (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013<sup>a</sup>, p.2)

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2021.

#### 3.4.2. Obtención de micro polvos de la cáscara de huevo

Para el proceso de elaboración de micro polvos de la cáscara de huevo se efectúa los siguientes pasos:

##### 3.4.2.1. Recepción de Materia prima

Se recogieron 1 Kg de cáscaras de huevos desechadas diariamente de los hogares en la ciudad de Riobamba.

Variables a medir:

Cantidad de cáscara de huevo para llevar a cabo el proceso

#### *3.4.2.2. Selección de materia prima*

Se selecciona las cáscaras de huevo en función de la presencia de heces de gallina, evitando la proliferación de salmonella.

VARIABLES A MEDIR:

Microbiológicas

Físicas

#### *3.4.2.3. Limpieza y Lavado*

Las cáscaras de huevo se someten a limpieza retirando la membrana de la misma, se realiza un lavado con abundante agua para eliminar impurezas adheridas a las cáscaras.

VARIABLES A MEDIR:

Físicas

#### *3.4.2.4. Esterilización Química*

Las cáscaras se procedieron a desinfectar mediante un proceso de esterilización, es decir, se sumergen en un recipiente que contiene una solución de NaClO al 7.86% en volumen por un tiempo de 30 minutos.

VARIABLES A MEDIR:

Peso

Tiempo de esterilización

Concentración de NaClO

#### *3.4.2.5. Esterilización térmica*

La esterilización de las cáscaras se efectuó con agua a una temperatura de 92°C por un tiempo estimado de 2,5 minutos, donde se lleva a cabo un proceso de filtrado para separar las cáscaras del agua que se utiliza para el proceso de esterilización.

VARIABLES A MEDIR:

Temperatura de esterilización

Tiempo de esterilización



#### 3.4.2.6. *Secado*

Las cáscaras de huevo lavadas y desinfectadas se procedieron a secar en un secador de bandejas, a una temperatura de 80°C en un tiempo estimado de 60 minutos.

VARIABLES A MEDIR:

Temperatura de secado

Tiempo de secado

#### 3.4.2.7. *Molienda*

Se llevó a cabo la molienda de las cáscaras con la finalidad de obtener un diámetro de partícula menor, y así disolver el mismo.

VARIABLES A MEDIR:

Diámetro de partícula

Peso de micro polvo

#### 3.4.2.8. *Tamizado*

Para obtener los micro polvos de cáscara de huevo se pasó por un tamiz de 150 µm el producto obtenido de la molienda, de esta manera las partículas más pequeñas son las óptimas para su posterior uso.

VARIABLES A MEDIR:

Peso retenido de micro polvo

Peso de micro polvo tamizado

#### 3.4.2.9. *Materiales y equipos Utilizados*

- **Materiales**

Cáscara de huevo

NaClO

Agua

- **Equipos**

Molino de bolas

Tamiz

Horno

Secador de bandejas

Balanza

### 3.4.2.10. Caracterización del micro polvo

Se llevó a cabo el análisis de patógenos presentes en nuestro producto, micro polvo, como resultado del proceso realizado a las cáscaras de huevo, en el cual se efectuaron los siguientes análisis:

**Tabla 3-3:** Análisis microbiológico para micro polvo

<b>Parámetros</b>	<b>Método</b>
Coliformes totales UFC/g	Siembra en masa
Escherichia coli UFC/g	Siembra en masa
Salmonella UFC/25 g	Reveal 2.0

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2022.

- Análisis Físico

Este análisis se lo realiza con el fin de verificar que la materia prima presente características óptimas para poder ser utilizado en la elaboración del jabón líquido.

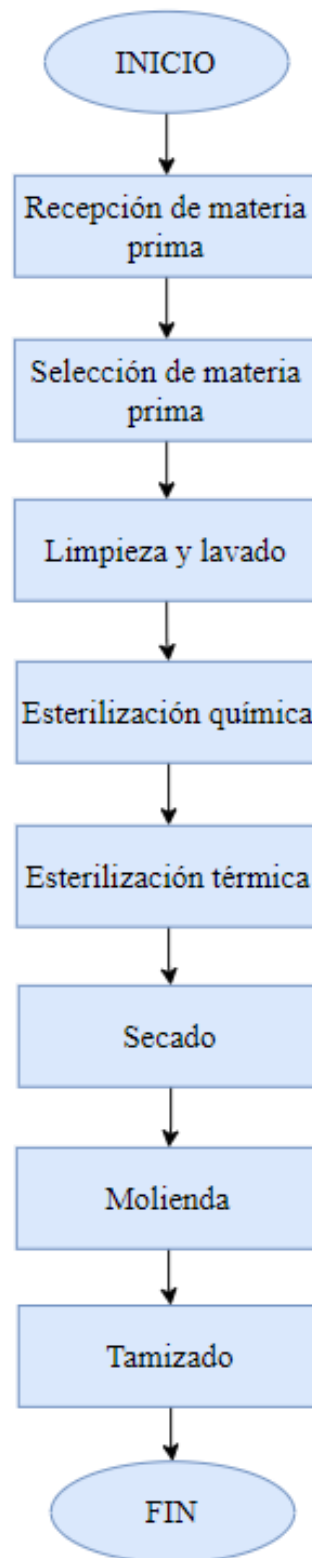
Las características evaluadas son las siguientes:

Color

Olor

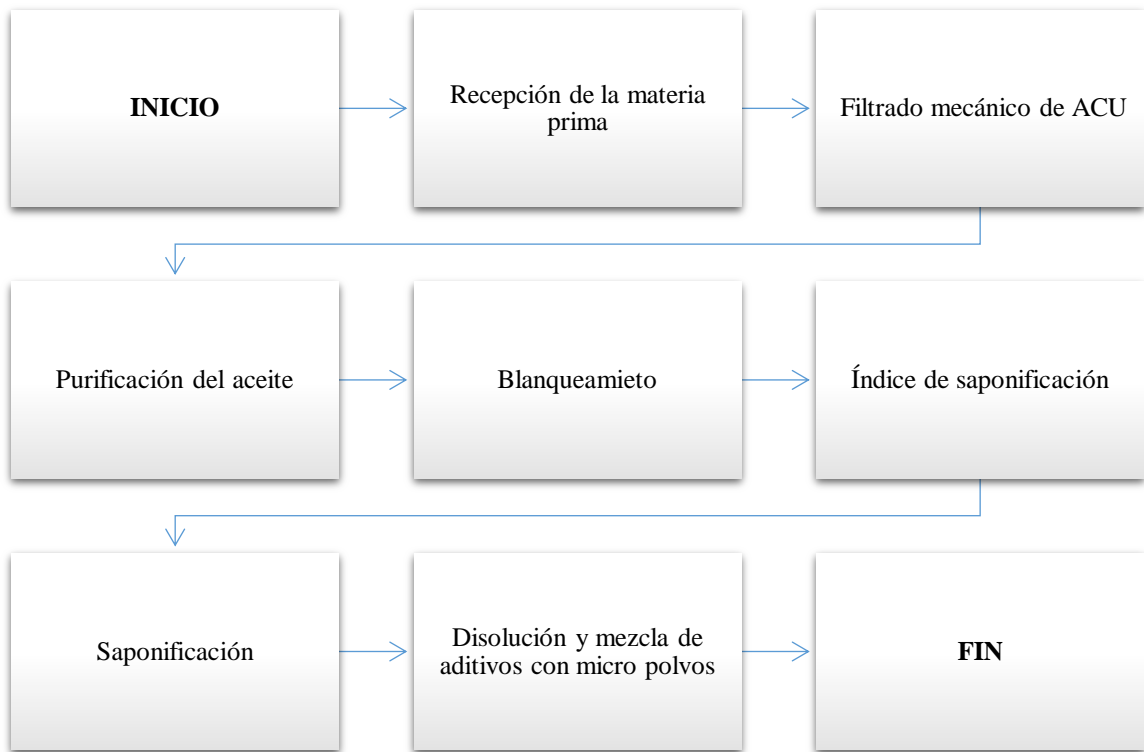
Aspecto

3.4.2.11. Diagrama del proceso de obtención de micro polvo de cáscara de huevo



**Gráfico 3-3.** Etapas del proceso metodológico en obtención de micro polvos.  
Realizado por: Campoverde, Angie, 2022

### 3.4.3. Obtención de jabón líquido



**Gráfico 4-3.** Etapas del proceso metodológico en la obtención de jabón

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.4.4. Obtención de aceite tratado para jabón líquido

Para el proceso de elaboración de jabón líquido se sigue el siguiente procedimiento:

#### 3.4.4.1. Recepción de materia prima

En este paso es importante señalar que el aceite es reutilizado cuyo origen pertenece a los desperdicios generados en las casas, muestras que se almacenan en botellas de plástico.

#### 3.4.4.2. Filtrado mecánico de la materia prima

El propósito fundamental es eliminar las partículas de gran tamaño suspendidas en el aceite como son restos de frituras, este procedimiento es fundamental para obtener un producto de calidad y le permita cumplir con las normas establecidas.

- Caracterización del aceite vegetal usado

Se realizaron las pruebas correspondientes para el correcto uso de aceites comestibles reutilizados, siguiendo la metodología expuesta en la norma correspondiente:

**Tabla 4-3:** Especificaciones de los aceites y grasas comestibles reutilizados

REQUISITO	UNIDAD	Mínimo	Máximo	MÉTODO DE ENSAYO
Ácidos grasos libres	%	----	3	AOAC.940.28

Fuente:(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013d, p.2)

Realizado por: Campoverde, Angie, 2021.

De igual forma, se realiza la prueba de índice de saponificación, para establecer la cantidad de álcali a utilizar para saponificar el aceite vegetal usado, el método aplicado es mediante la norma INEN-ISO 3657:2013.

Este método se basa en saponificar la muestra de estudio bajo condiciones de reflujo con un exceso de solución etanólica de hidróxido de potasio, seguido de una valoración con una solución patrón de ácido clorhídrico.



**Figura 1-3.** Esquema de reflujo en la determinación del índice de saponificación.

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Se aplica la fórmula:

$$I_s = \frac{(V_0 - V_1) \times c \times 56.1}{m}$$

Donde:

$V_0$  es el volumen, en mililitros, de la solución volumétrica estándar de ácido clorhídrico utilizada para la prueba en blanco.

$V_1$  es el volumen, en mililitros, de la solución volumétrica estándar de ácido clorhídrico utilizada para la determinación.

$c$  es la concentración exacta, en moles por litro, de la solución volumétrica estándar de ácido clorhídrico.

$m$  es la masa, en gramos, de la porción de prueba.



**Figura 2-3.** Masa de la muestra de aceite

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 3-3.** Adición de solución etanólica KOH (0.5M)

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 4-3.** Conexión al sistema de refrigeración y agitación continua

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 5-3.** Adición de Fenolftaleína

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 6-3.** Titulación con solución HCl (0.5 M)

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 7-3.** Viraje de titulación

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

#### 3.4.4.3. Purificación del aceite

Para la eliminación de partículas de menor tamaño suspendidas en el aceite es importante realizar un tratamiento químico no invasivo por tal motivo se ha planteado la siguiente estructura experimental.

**Tabla 5-3:** Experimentación 1 y 2 de purificación del aceite

DETALLE	Experimentación 1	Experimentación 2
Volumen de muestra de aceite de cocina usado (ml)	100 ml	100 ml
Solución NaCl 5% m/v	10 ml	100 ml
Cantidad de NaCl (g)	5 g	5 g
Cantidad de Agua (ml)	100 ml	100 ml
Agitación (rpm)	60	60
Tiempo (h)	1	1
Temperatura de aceite	90 ±5 °C	90 ±5 °C
Temperatura de solución NaCl	90 ±5 °C	90 ±5 °C

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Para llevar a cabo con este experimento es importante seguir los siguientes pasos:



- Calentar el aceite a la temperatura indicada en la tabla, esta se puede llevar a cabo a fuego directo o baño maría, es importante tener un control óptimo de la temperatura
- Prepara la solución salmuera de la siguiente manera pesar 5 g NaCl y disolver en 100 ml de agua que si es posible ya se encuentre a la temperatura de  $90 \pm 5$  °C
- Mezclar la solución de salmuera según la formulación indicada con el aceite, verificar que los dos se encuentren a  $90 \pm 5$  °C y agitar a 60 rpm por un tiempo de 1 h
- Es importante señalar que se debe dejar reposar un tiempo de 8 h para separar en dos fases y luego esta poder ser separada por método de sifón.
- Filtrar solución aceitosa al vacío o simplemente con papel filtro.

Materiales:

- Aceite
- NaCl
- Agua

Equipos:

- Bomba al vacío
- Agitador magnético
- Equipo de filtrado
- Embudo de decantación
- Erlenmeyer
- Kitasato
- Vaso de precipitación
- Soporte universal

#### 3.4.4.4. Blanqueamiento

Parte de la estética de un producto de uso personal como el jabón líquido requiere de una excelente presentación por tal motivo se ha estructurado la siguiente experimentación.

**Tabla 6-3:** Experimentación 1 y 2 de blanqueamiento del aceite

<b>DETALLE</b>	<b>Experimentación 1</b>	<b>Experimentación 2</b>
<b>Volumen de muestra de aceite purificado (ml)</b>	100 ml	100 ml
<b>Solución H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Peróxido de Hidrogeno)</b>	2% V/V 100 ml	5% V/V 100 ml
<b>Peróxido de hidrogeno grado analítico (ml)</b>	2	5

<b>Cantidad de Agua (ml)</b>	100 ml	100 ml
<b>Agitación (rpm)</b>	80	80
<b>Tiempo (min)</b>	30	30
<b>Temperatura de aceite</b>	70 ±5 °C	70 ±5 °C
<b>Temperatura de solución H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	70 ±5 °C	70 ±5 °C

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

El blanqueamiento se llevará a cabo con el siguiente procedimiento:

- Preparar solución de peróxido de hidrogeno según la experimentación, verificar este a la temperatura indicada (70 ±5 °C).
- Verter la solución de peróxido de hidrogeno en el aceite purificado y agitar a 80 rpm con un tiempo de 30 min.
- En caso de existir dos fases separar por el método de sifón.
- Filtrar solución aceitosa al vacío o simplemente con papel filtro.

Materiales:

- Aceite
- Peróxido de Hidrógeno
- Agua

Equipos:

- Bomba al vacío
- Agitador magnético
- Equipo de filtrado
- Embudo de decantación
- Kitasato
- Vaso de precipitación
- Soporte universal
- Termómetro

**Tabla 7-3:** Tratamientos de blanqueamiento y purificación

	<b>DETALLE</b>	<b>AT 1</b>	<b>AT 2</b>	<b>AT 3</b>	<b>AT 4</b>
<b>PURIFICACIÓN</b>	<b>Volumen de aceite residual (ml)</b>	100	100	100	100
	<b>Solución NaCl 5% (m/v) (ml)</b>	10	10	100	100
	<b>NaCl (g)</b>	5	5	5	5
	<b>Agua</b>	100	100	100	100

	<b>Agitación (rpm)</b>	60	60	60	60
	<b>Tiempo (h)</b>	1	1	1	1
	<b>Temperatura del aceite</b>	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$
	<b>Temperatura solución NaCl</b>	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$90 \pm 5^{\circ}\text{C}$
<b>BLANQUEAMIENTO</b>	<b>Volumen de aceite residual (ml)</b>	100	100	100	100
	<b>Solución H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ml)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
	<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (ml)</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
	<b>Agua (ml)</b>	100	100	100	100
	<b>Agitación (rpm)</b>	80	80	80	80
	<b>Tiempo (min)</b>	30	30	30	30
	<b>Temperatura del aceite</b>	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$
	<b>Temperatura solución NaCl</b>	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$	$70 \pm 5^{\circ}\text{C}$

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



**Figura 8-3.** Tratamientos de Blanqueamiento y Purificación

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

#### 3.4.4.5. Saponificación

Se estructura la siguiente experimentación por medio de un proceso de saponificación por semi ebullición para obtener la pasta de jabón que permita la elaboración de jabón líquido.

**Tabla 8-3:** Experimentación de saponificación

<b>Volumen de muestra de aceite purificado blanqueado (g)</b>	25
<b>Solución K(OH) (ml) 20%</b>	31.13
<b>Peso de K (OH) (g)</b>	6.225
<b>Cantidad de Agua (ml)</b>	31.13
<b>Agitación (rpm)</b>	150-300
<b>Tiempo (h)</b>	3-4
<b>Temperatura de aceite</b>	70 ±5 -80 °C
<b>Temperatura de solución K(OH)</b>	70 ±5 -80 °C

**Realizado por:** Campoverde, Angie, 2022.

Para llevar a cabo se sigue el procedimiento mostrado a continuación:

- Verificar que el aceite se encuentre a la temperatura indicada este procedimiento llevar a cabo a baño maría para mantener temperatura constante.
- Preparar la solución de saponificación 6.225 g + 31.13 ml Agua a la temperatura indicada 70 ±5 -80 °C.
- Verter la mezcla de forma gradual es decir no todo al mismo instante y dejar que se siga mezclando hasta obtener una pasta en los tiempos y a la temperatura indicada 70 ±5 -80 °C.

De este procedimiento se obtiene en peso de pasta 54.852 g

#### **Materiales**

- Aceite
- K(OH)
- Agua

#### **Equipos**

- Agitador magnético
- Vaso de precipitación
- Termómetro

#### *3.4.4.6. Disolución de la pasta de jabón y adición de aditivos*

De acuerdo a Hilgert (2012, p.15) para la formulación de jabones líquidos sintéticos se agrupan aditivos como: tensoactivos, aditivos de apariencia, preservantes, excipientes, reguladores de apariencia e ingredientes activos. El procedimiento final permitirá obtener el jabón líquido en óptimas condiciones.

Considerando de esta manera la adición de benzoato como preservante, betaína como surfactante, glicerina como emoliente, texapón como emulsionante, el agua como excipiente a más de colorante, fragancia para mejorar las propiedades del jabón.

**Tabla 9-3:** Densidades de los aditivos

$\rho_{H_2O}$ (g/ml)	$\rho_{\text{betaína}}$ (g/ml)	$\rho_{\text{glicerina}}$ (g/ml)	$\rho_{\text{fragancia}}$ (g/ml)	$\rho_{\text{borax}}$ (g/ml)	$\rho_{\text{ácido cítrico}}$ (g/ml)
0.998	1.05	1.008	0.202	1.14	1.03

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 10-3:** Experimentación jabón líquido

Ingredientes	Cantidad
Pasta de jabón (g)	10.069
Benzoato (g)	0.041
Betaína (g)	0.126
Glicerina (g)	1.008
Colorante (g)	0.016
Fragancia (g)	0.202
Agua (g)	29.94
Texapón (g)	10.065

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Mezclamos a la base anterior que está a 70°C.oC durante 30 minutos, siguiendo el paso de enfriamiento a una temperatura de 25-40 °C.

De estos se obtuvo 62.427 g de jabón líquido, hay que mencionar que se añadió 6 ml bórax al 33% (m/v) y 4 ml ácido cítrico al 20% (m/v) para regular el pH.

#### 3.4.4.7. Adición de micro polvo de cáscara de huevo

**Tabla 11-3:** Formulaciones para adición de micro polvos

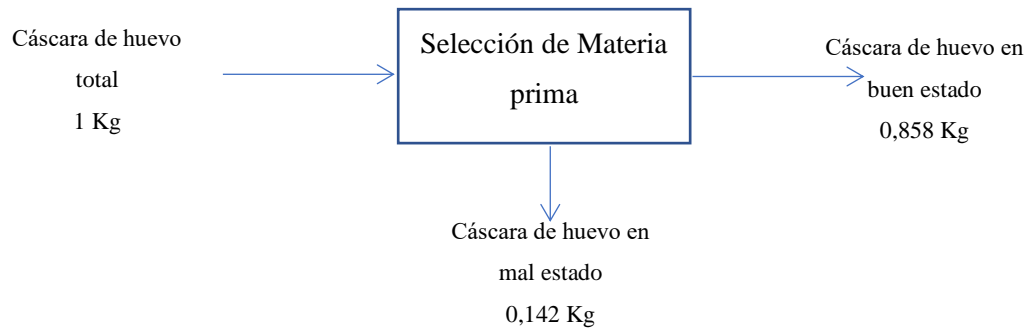
Ingredientes	Formulación 1	Formulación 2
Jabón líquido	10 ml	10 ml
Micro polvo de cáscara de huevo	0.01 g	0.07 g

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.5. Balances de masa

#### 3.5.1. Balance de materia en la obtención de micro polvos

- Selección de materia prima



$$E = \text{Desecho} + \text{Cáscara de huevo}$$

$$1 \text{ Kg} = 0.142 \text{ Kg} + 0.858 \text{ Kg}$$

$$1 \text{ Kg} = 1 \text{ Kg}$$

Calculamos el rendimiento del proceso de selección de materia prima:

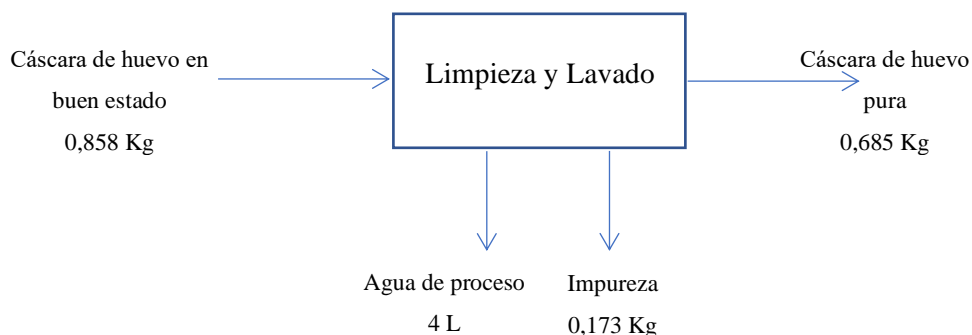
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cáscara de huevo en buen estado}}{\text{Cáscara de huevo total}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{0.858 \text{ Kg}}{1 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 85.8 \%$$

- Limpieza y lavado



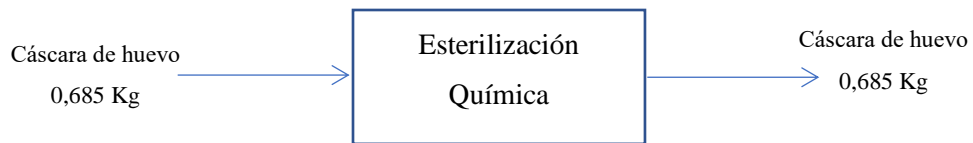
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cáscara de huevo pura}}{\text{Cáscara de huevo en buen estado}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{0.685 \text{ Kg}}{0.858 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 79.8 \%$$

- Esterilización Química



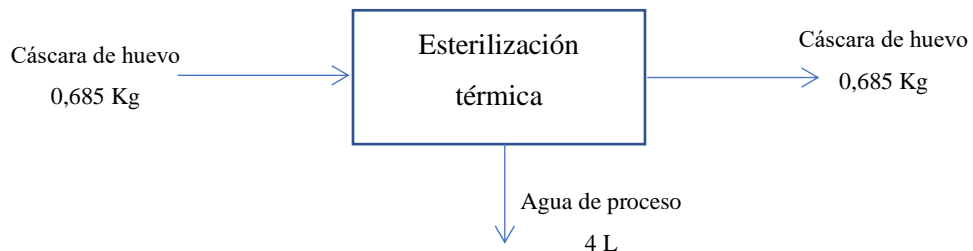
$$E = S$$

$$\text{Cáscara de huevo} = \text{Cáscara de huevo}$$

$$0.685 \text{ Kg} = 0.685 \text{ Kg}$$

Al aplicar la ecuación de conservación de materia, se tiene que entrada es igual a salida, por lo cual el proceso de esterilización química tiene un rendimiento del 100%. Las condiciones de proceso se realizaron con una solución de NaClO a 7.86% (v/v) durante 30 minutos.

- Esterilización térmica



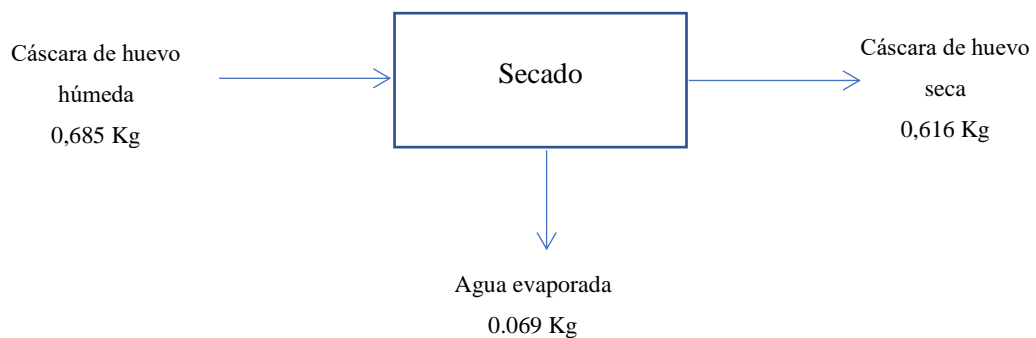
$$E = S$$

$$\text{Cáscara de huevo} = \text{Cáscara de huevo}$$

$$0.685 \text{ Kg} = 0.685 \text{ Kg}$$

En el proceso de esterilización térmica se utilizaron las condiciones de proceso a 92°C durante un tiempo de 2.5 minutos. Asimismo, el procedimiento posee un rendimiento del 100%.

- Secado



$$E = S$$

Cáscara de huevo húmeda = Cáscara de huevo seca + Agua evaporada

Agua evaporada = Cáscara de huevo húmeda – Cáscara de huevo seca

$$\text{Agua evaporada} = 0.685 \text{ Kg} - 0.616 \text{ Kg}$$

$$\text{Agua evaporada} = 0.069 \text{ Kg}$$

Porcentaje de pérdida de peso

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{E - S}{E} \times 100$$

$$\text{Pérdida de peso (\%)} = \frac{0.685 - 0.616}{0.685} \times 100$$

$$\text{Pérdida de peso} = 10.07 \%$$

Rendimiento

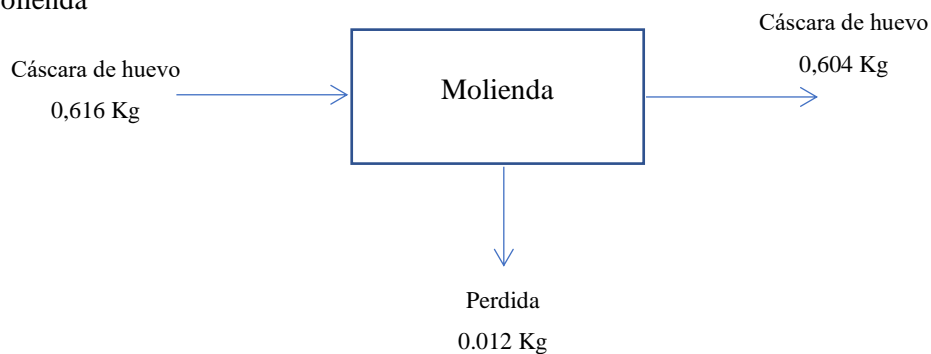
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cáscara de huevo seca}}{\text{Cáscara de huevo húmeda}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{0.616 \text{ Kg}}{0.685 \text{ Kg}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 89.9 \%$$

- Molienda



$$E = S$$

Cáscara de huevo = Cáscara de huevo molida + Pérdida

Pérdida = Cáscara de huevo húmeda – Cáscara de huevo seca

$$\text{Pérdida} = 0.616 \text{ Kg} - 0.604 \text{ Kg}$$

$$\text{Pérdida} = 0.012 \text{ Kg}$$



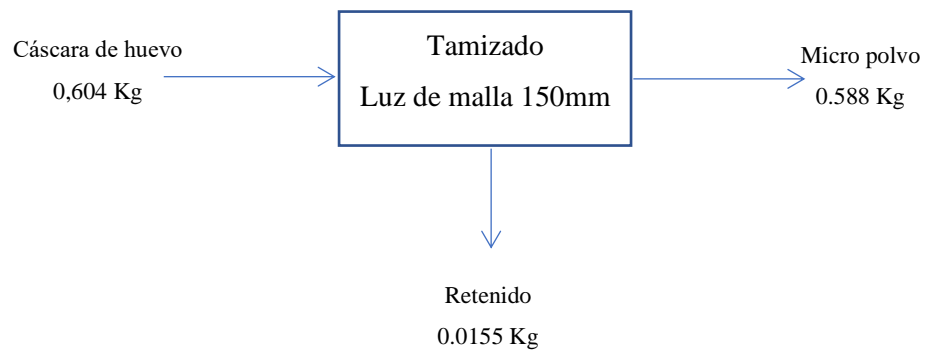
Porcentaje de pérdida

$$\%Perdida = \frac{E - S}{E} \times 100$$
$$\%Perdida = \frac{0.616 - 0.604}{0.616} \times 100$$
$$\%Perdida = 1.94\%$$

Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cáscara de huevo molida}}{\text{Cáscara de huevo}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{0.604 \text{ Kg}}{0.616 \text{ Kg}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento} = 98 \%$$

- Tamizado



$$\%Retenido = \frac{E - S}{E} \times 100$$
$$\%Retenido = \frac{0.604 - 0.588}{0.604} \times 100$$
$$\%Retenido = 2.64$$

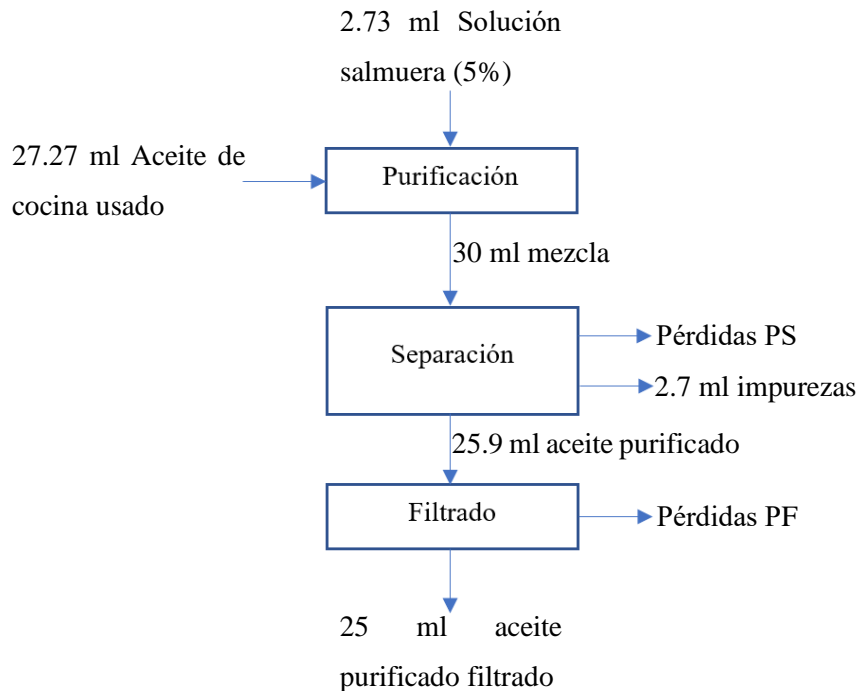
Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Micro polvo}}{\text{Cáscara de huevo}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{0.588 \text{ Kg}}{0.604 \text{ Kg}} \times 100$$
$$\text{Rendimiento} = 97.35 \%$$

### 3.5.2. Balance en la obtención de Jabón líquido

Como se considera balance en función de la experiencia en laboratorio se tiene lo siguiente:

#### 3.5.2.1. Purificación



Tenemos que tener en cuenta que este proceso ocurre una mezcla y separación de fases donde se considera que todas las entradas serán igual que las salidas.

- Purificación

$$E = S$$

$$ACU + Sal = M$$

$$27.27 \text{ ml aceite} + 2.73 \text{ ml sol. salmuera} = M$$

$$30 \text{ ml mezcla} = M$$

El proceso de purificación mediante la mezcla de aceite de cocina usado con una solución de salmuera no presenta pérdidas por lo cual se considera un rendimiento del 100%.

- Separación

$$E = S$$

$$M = AP + I + \text{Pérdidas PS}$$

$$30 \text{ ml} = 25.9 \text{ ml} + 2.7 \text{ ml} + \text{Pérdidas PS}$$

$$\text{Pérdidas PS} = 30 \text{ ml} - 25.9 \text{ ml} - 2.7 \text{ ml}$$

$$\text{Pérdidas PS} = 1.4 \text{ ml}$$

Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{AP}{M} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{25.9 \text{ ml}}{30} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 86.3 \%$$

- Filtrado

$$E = S$$

$$AP = APF + \text{Pérdidas PF}$$

$$25.9 \text{ ml} = 25 \text{ ml} + \text{Pérdidas PF}$$

$$\text{Pérdidas PF} = 25.9 \text{ ml} - 25 \text{ ml}$$

$$\text{Pérdidas PF} = 0.9 \text{ ml}$$

Rendimiento

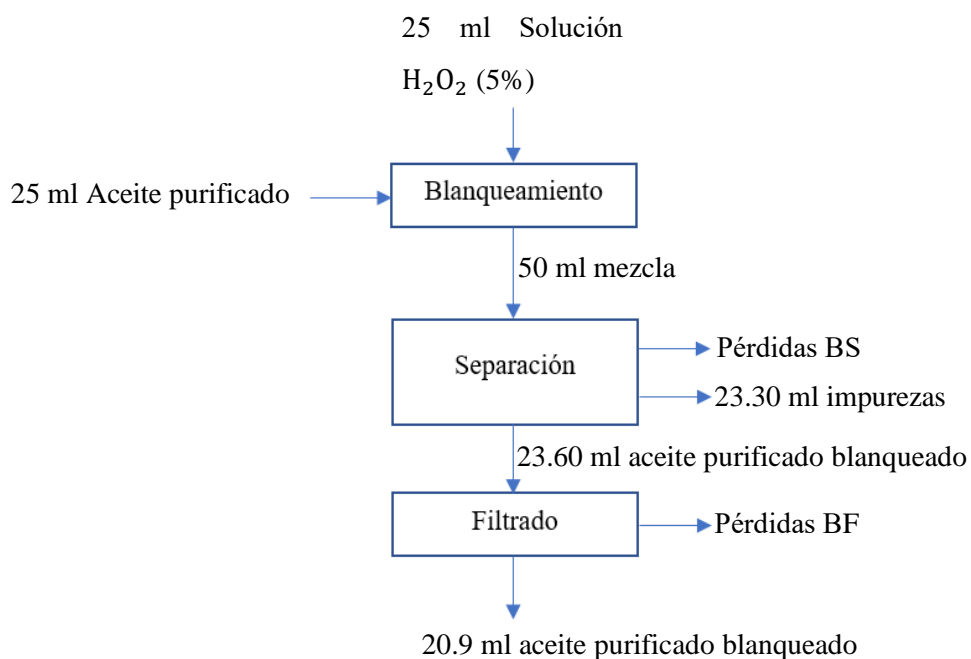
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{APF}{AP} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{25}{25.9} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 96.52 \%$$

### 3.5.2.2. Blanqueamiento



- Blanqueamiento

$$E = S$$

$$ACU + B = M$$

$$25 \text{ ml aceite} + 25 \text{ ml sol. blanqueadora} = M$$

$$50 \text{ ml mezcla} = M$$

El proceso de blanqueado mediante la mezcla de aceite de cocina usado con una solución de peróxido de hidrógeno no presenta pérdidas por lo cual se considera un rendimiento del 100%.

- Separación

$$E = S$$

$$M = AB + I + \text{Pérdidas BS}$$

$$50 \text{ ml} = 23.60 \text{ ml} + 23.30 \text{ ml} + \text{Pérdidas BS}$$

$$\text{Pérdidas BS} = 50 \text{ ml} - 23.60 \text{ ml} - 23.30 \text{ ml}$$

$$\text{Pérdidas BS} = 3.1 \text{ ml}$$

Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{23.60}{50} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{87.36 \text{ ml}}{182 \text{ ml}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 47.2 \%$$

- Filtrado

$$E = S$$

$$AB = ABF + \text{Pérdidas BF}$$

$$23.60 \text{ ml} = 20.9 \text{ ml} + \text{Pérdidas BF}$$

$$\text{Pérdidas BF} = 23.60 \text{ ml} - 20.9 \text{ ml}$$

$$\text{Pérdidas BF} = 2.7 \text{ ml}$$

Rendimiento

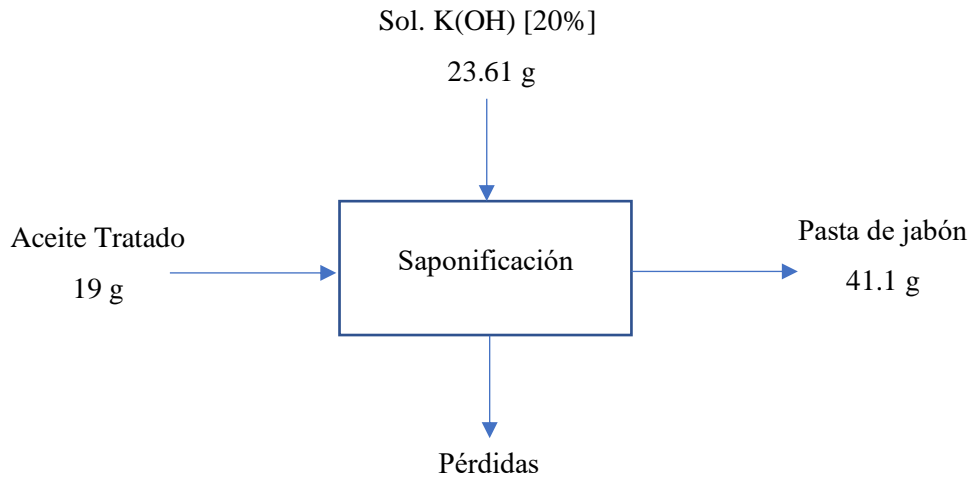
$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{ABF}{AB} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{20.9 \text{ ml}}{23.60 \text{ ml}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = 88.56 \%$$

### 3.5.2.3. Saponificación



La solución de álcali a utilizar es al 20% con la finalidad de evitar que el mismo se encuentre muy concentrado elevando el pH del jabón. Es así:

Solución K(OH) 20%

20 g K(OH)	100 ml solución
4.731 g K(OH)	¿? ml solución

$$ml\ solución = \frac{4.731\ g\ K(OH) \times 100\ ml\ solución}{20\ g\ K(OH)}$$

$$solución = 23.66\ ml$$

- Pérdidas

$$E = S$$

$$AT + Sol\ KOH = Pérdidas + Pasta\ de\ jabón$$

$$19\ g + 23.61\ g = Pérdidas + 41.1\ g$$

$$Pérdidas = 23.61\ g + 19\ g - 41.1$$

$$Pérdidas = 1.51\ g$$

Es necesario indicar que se sugieren pérdidas por evaporación de agua debido a que el proceso se realiza con una temperatura de  $70 \pm 5^\circ\text{C}$ , así mismo este proceso se da por medio de la saponificación por semi ebullición lo cual indica que la mezcla debe saponificar en un rango de temperatura de  $70-90^\circ\text{C}$ .

- Rendimiento

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Salida}}{\text{Entrada}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Pasta de Jabón}}{\text{AT} + \text{Sol. K(OH)}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{41.1 \text{ g}}{19 \text{ g} + 23.61 \text{ g}} \times 100$$

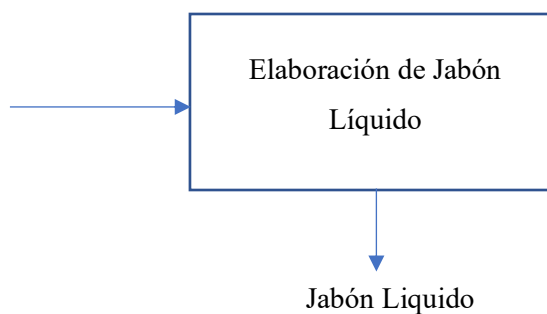
$$\text{Rendimiento} = 96.45 \%$$

### 3.5.2.4. Disolución de la pasta de jabón y adición de aditivos

- A nivel de laboratorio

El procedimiento para obtención de jabón líquido se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias, el proceso se llevó a cabo mediante revisión bibliográfica.

Pasta de jabón (g)	10.069
Benzoato (g)	0.041
Betaína (g)	0.126
Glicerina (g)	1.008
Colorante (g)	0.016
Fragancia (g)	0.202
Agua (g)	29.94
Borax (g)	6.84
Ácido cítrico (g)	4.12
Texapón (g)	10.065
Micro polvo	0.061



Planteamos la siguiente ecuación cuyo fundamento radica en considerar una mezcla perfecta sin pérdidas en el proceso.

Jabón Líquido = Pasta de jabón + Benzoato + Betaína + Glicerina + Colorante

+ Fragancia + Agua + Borax + Ácido cítrico + Texapon + Micro polvo

Jabón Líquido = 10.069 g + 0.041 g + 0.126 g + 1.008 g + 0.016 g + 0.202 g + 29.94 g

+ 6.84 g + 4.12 g + 10.065 g + 0.061 g

Jabón Líquido = 62.488 g

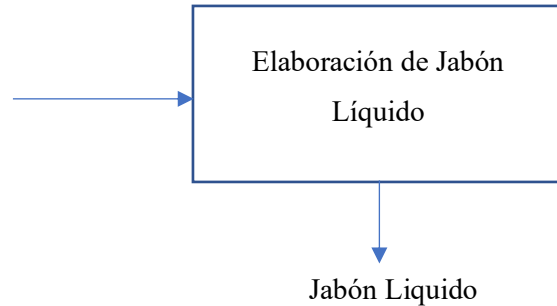
Volumen de jabón

$$255.007 \text{ g Jabón} \times \frac{1 \text{ ml}}{1.02} = 61.2 \text{ ml}$$

- A nivel industrial

En el siguiente balance se detalla la composición de aditivos en la elaboración de jabón líquido, partiendo de una unidad de 250 ml predestinado para la línea de producción de 200 unidades diarias.

Pasta de jabón (g)	41.10
Benzoato (g)	0.170
Betaína (g)	0.514
Glicerina (g)	4.114
Colorante (g)	0.065
Fragancia (g)	0.824
Agua (g)	122.18
Borax (g)	27.91
Ácido cítrico (g)	16.81
Texapón (g)	41.07
Micro polvo	0.25



Planteamos la siguiente ecuación cuyo fundamento radica en considerar una mezcla perfecta sin pérdidas en el proceso.

$$\text{Jabón Líquido} = \text{Pasta de jabón} + \text{Benzoato} + \text{Betaína} + \text{Glicerina} + \text{Colorante} \\ + \text{Fragancia} + \text{Agua} + \text{Texapon} + \text{Micro polvo}$$

$$\text{Jabón Líquido} = 41.1 \text{ g} + 0.170 \text{ g} + 0.514 \text{ g} + 4.114 \text{ g} + 0.065 \text{ g} + 0.824 \text{ g} + 122.18 \text{ g} \\ + 27.91 \text{ g} + 16.81 \text{ g} + 41.07 \text{ g} + 0.25 \text{ g}$$

$$\text{Jabón Líquido} = 255.007 \text{ g}$$

Volumen de jabón líquido

$$255.007 \text{ g Jabón} \times \frac{1 \text{ ml}}{1.02} = 250 \text{ ml}$$

### 3.6. Análisis de costo/beneficio del proyecto

Se realiza un análisis económico para una producción de 50L/día, es decir, una producción de 200 unidades con un contenido neto de 250 ml.

#### 3.6.1. Inversión fija

Para la implementación de una línea de procesamiento de jabón líquido a partir de aceite doméstico residual y cáscara de huevo se presentan costos de adquisición e instalación de maquinaria y equipos para la línea de proceso y el control, inversiones en la planta y otros. En la

tabla 12-3 se muestra la inversión en cuanto al requerimiento de equipos, adecuación física y costos por mano de obra para instalación de equipos.

**Tabla 12-3:** Inversión fija

<b>Equipos para la línea principal del proceso</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario (\$)</b>	<b>Total (\$)</b>
Mesa de recepción y selección de materia prima	1	400,00	400,00
Banda transportadora	2	350,00	700,00
Tanque para esterilización química	1	480,00	480,00
Tanque para esterilización térmica	1	480,00	480,00
Secador de bandejas	1	300,00	300,00
Molino eléctrico pulverizador	1	210,00	210,00
Tanque de almacenamiento ACU	1	480,00	480,00
Tanque de purificación de ACU	1	600,00	600,00
Tanque de blanqueo de APF	1	800,00	800,00
Tanque de preparación de Sol. Salmuera	1	60,00	60,00
Tanque de preparación de Sol. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	1	140,00	140,00
Tanque de Saponificación	1	1900,00	1900,00
Tanque de preparación de Sol. K(OH)	1	60,00	60,00
Envasadora dosificadora de líquidos	1	400,00	400,00
<b>Subtotal (\$)</b>			<b>7010,00</b>
<b>Equipos y materiales para control y seguimiento del proceso</b>			
Termómetro	1	9,00	9,00
Balanza digital	1	20,00	20,00
pH metro	1	28,00	28,00
Viscosímetro	1	500,00	500,00
Vasos de precipitación (250 ml)	5	3,00	15,00
Pipeta (10 ml)	2	2,50	5,00
Probeta de (500 ml)	2	12,00	24,00
Piseta	1	2,00	2,00
Matraz (100 ml)	1	4,00	4,00
Picnómetro	1	8,00	8,00
Balón de aforo (500 ml)	1	8,00	8,00
<b>Subtotal (\$)</b>			<b>623,00</b>
<b>Inversiones en la planta de procesamiento</b>			
Infraestructura	1	5000,00	5000,00
Adecuaciones de la estructura física	1	1500,00	1500,00
Adecuación de área de control de calidad	1	1200,00	1200,00
<b>Subtotal (\$)</b>			<b>7700,00</b>
<b>Recursos Humanos para el montaje e instalación</b>			
Mano de obra en instalación de equipos	1	1200,00	1200,00
Mano de obra para adecuación de la planta	1	1000,00	1000,00
<b>Subtotal (\$)</b>			<b>2200,00</b>
<b>Otros</b>			
Registro de patente	1	400,00	400,00



Producción y registro de marcas	1	450,00	450,00
<b>Subtotal (\$)</b>			<b>850,00</b>
<b>TOTAL (\$)</b>			<b>17533,00</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.6.2. Determinación de egresos

Se determinan los rubros para el proceso de transformación de la materia prima en el producto final, es decir, materia prima, mano de obra, servicios, entre otros.

**Tabla 13-3:** Costos de mano de obra

Personal	Cantidad	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Operarios	1	425,00	5100,00
Técnico	1	425,00	5100,00
<b>Subtotal (\$)</b>		<b>850,00</b>	<b>10200,00</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 14-3:** Costos de servicios básicos

Servicio	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Agua potable	40,00	480,00
Energía eléctrica	84,00	1008,00
Línea telefónica	25,00	300,00
<b>Subtotal (\$)</b>	<b>149,00</b>	<b>1788,00</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 15-3:** Costos de materia prima para 200 unidades diarias de 250 ml

LOTE				
Rubros	Costo Unitario (\$)	Cantidad Requerida	Unidad	Costo Total (\$)
Micro polvo	0,00175	50	g	0,0875
Aceite purificado blanqueado	0,00199	4196,721311	ml	8,3514754
K(OH)	0,013	934,4262295	g	12,147541
Benzoato	0,009	33,60655738	g	0,3024590
Betaina	0,006	98,36065574	ml	0,5901639
Glicerina	0,005	826,2295082	g	4,1311475
Colorante	0,00185	13,1147541	g	0,0242623
Fragancia	0,15	163,9344262	ml	24,590164
Agua	0,0041	29508,19672	ml	120,98361

Borx	0,002	1622,95082	g	3,2459016
cido Cítrico	0,004	655,7377049	g	2,6229508
Texapón	0,0035	8250	g	28,875
Etiquetas	0,15	200	unidad	30
Envases	0,15	200	unidad	30
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>265,9521721</b>
<b>TOTAL, MENSUAL (\$)</b>				<b>5319,043443</b>
<b>TOTAL, ANUAL (\$)</b>				<b>63828,52131</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 16-3:** Egresos anuales

<b>Detalles</b>	<b>Costo (\$)</b>
Servicios básicos	1788,00
Recursos humanos para el proceso de manufactura	10200,00
Costo de elaboración del jabón por lote (1000 unidades)	63828.52
<b>TOTAL</b>	<b>75816.52</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.6.3. *Financiamiento*

La fuente principal de financiación del proyecto será proporcionada por los socios, que asumirán el 75% del valor necesario para ejecutar el proyecto, a más de contar con el apoyo de BanEcuador, evitando la financiación privada. Asimismo, tanto para los costos fijos de inversión como para los gastos, habrá un monto del 6% en caso de cualquier tipo de inconveniente que afecte el proyecto.

**Tabla 17-3:** Costos totales de inversión fija y egresos

<b>Descripción</b>	<b>Valor (\$)</b>
Inversión fija	17533,00
Imprevistos (6%)	18584,98
Egresos Anuales	75816,52
Imprevistos (6%)	80365,51

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

### 3.6.4. *Determinación de ingresos anuales*

En esta sección, la utilidad se refiere al precio por unidad de producto vendido al público teniendo en cuenta los costos unitarios de producción, suponiendo que se produzcan 5 lotes por semana, donde cada lote contendrá 200 unidades. Además, se requiere un 35% de ganancia o porcentaje de ganancia.

**Tabla 18-3:** Costos de materia prima para elaboración de una unidad de jabón líquido

<b>ENVASE DE 250 ml</b>				
<b>Rubros</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Total (\$)</b>
Micro polvo	0,00175	0,250	g	0,0004
Aceite purificado blanqueado	0,00199	20,984	ml	0,0418
K(OH)	0,013	4,672	g	0,0607
Benzoato	0,009	0,168	g	0,0015
Betaína	0,006	0,492	ml	0,0030
Glicerina	0,005	4,131	g	0,0207
Colorante	0,00185	0,066	g	0,0001
Fragancia	0,15	0,820	ml	0,1230
Agua	0,0041	147,541	ml	0,6049
Boráx	0,002	8,115	g	0,0162
Ácido Cítrico	0,004	3,279	g	0,0131
Texapón	0,0035	41,250	g	0,1444
Etiquetas	0,15	1	unidad	0,1500
Envases	0,15	1	unidad	0,1500
<b>TOTAL (\$)</b>				<b>1,33</b>

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 19-3:** Costos de producción y precio de venta al público

<b>Producto</b>	<b>Costo producción por unidad (\$)</b>	<b>Utilidad %</b>	<b>Margen de contribución</b>	<b>PVP (\$)</b>
Jabón líquido	1,7	33	0,56	0,943682816

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 20-3:** Ingresos anuales

PRODUCTO	Jabón líquido
Costo producción por unidad (\$)	1,7
UTILIDAD %	33
MARGEN DE CONTRIBUCIÓN	0,56
PVP (\$)	2,26
Unidades producidas/lote	200
Ingresos anuales (\$)	108528

**Realizado por:** Campo Verde, Angie, 2022.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Caracterización de la materia prima

##### 4.1.1. Caracterización de la cáscara de huevo y micro polvo

**Tabla 1-4:** Análisis físico de la cáscara de huevo y micro polvo

PARÁMETROS	Cáscara de huevo	Micro polvo
Color	Blanco	Blanco
Aspecto	Normal, libre de material extraño	Normal, libre de material extraño
Olor	Característico	Característico

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

De acuerdo con los parámetros físicos analizados es evidente que se tiene una materia prima en óptimas condiciones para el desarrollo del trabajo.

**Tabla 2-4:** Análisis microbiológico de la cáscara de huevo y micro polvo

PARÁMETROS	Cáscara de huevo	Micro polvo
<i>Salmonella</i> UFC/25 g	Negativo	Negativo
Coliformes totales UFC/g	-	Ausencia
<i>Escherichia coli</i> UFC/g	-	Ausencia

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Se realizó el análisis microbiológico de la cáscara de huevo inicial para determinar la presencia o ausencia de microorganismos, de tal manera se examinó la presencia de la principal bacteria presente en este producto, *Salmonella*, teniendo como resultado negativo. De igual forma, una vez obtenido el micro polvo se analiza, encontrándose libre de microorganismos que afecten la calidad del producto.

##### 4.1.2. Caracterización de aceite de cocina usado y aceite tratado

**Tabla 3-4:** Análisis físico de aceite de cocina usado y aceite tratado

PARÁMETROS	Aceite de cocina usado	Aceite tratado
Color	Amarillo	Amarillo
Aspecto	Normal, libre de material extraño	Normal, libre de material extraño

Olor	Característico	Característico
------	----------------	----------------

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Una vez preparada la materia prima se obtiene la misma es óptimas condiciones para su uso.

**Tabla 4-4:** Análisis bromatológico de aceite de cocina usado y aceite tratado

PARÁMETROS	Aceite de cocina usado	Aceite tratado
Índice de Saponificación mg/ g	252	249
Índice de Yodo cg/ g	30	20
Peróxidos meq $O_2$ / Kg	8.37	1.25
Ácidos Grasos %	-	0.19

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Una vez aplicado el tratamiento de purificación y blanqueamiento al aceite doméstico residual recolectado, este presenta una mejora en su caracterización química, teniendo una disminución del 1.19% en el índice de saponificación en relación a su caracterización previa al proceso, se debe a la presencia de un porcentaje más alto de cadenas de ácidos grasos más grandes debido a que un pequeño porcentaje de ácidos grasos libres fueron eliminados, es decir, existe menor presencia de ácidos grasos libres que lleguen a reaccionar con el álcali, así mismo una reducción del 33.33% en el índice de yodo que se da por la baja en el número de insaturaciones del aceite purificado, finalmente se tiene una disminución en el índice de peróxidos del 85% lo cual representa una baja de oxígeno activo en el aceite.

#### 4.2. Formulación del jabón líquido

La adición de micro polvos se realizó mediante un diseño factorial 2x1 en el cual la variable independiente corresponde al micro polvo y la variable constante es el jabón líquido obtenido de la mezcla de los componentes expuestos en la tabla 9-3. Se obtuvieron 2 tratamientos experimentales diferentes, los mismos se realizaron por triplicado.

**Tabla 5-4:** Valores mínimos y máximos de la variable independiente

Materia prima	Mínimo	Máximo
Micro polvo de cáscara de huevo	0.01 g	0.07 g

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Para el control de calidad del jabón líquido se determinó mediante las variables de viscosidad, densidad y el pH para cada tratamiento, teniendo un total de 6 tratamientos.

**Tabla 6-4:** Tratamientos para adición de micro polvos por triplicado

Repeticiones	Formulaciones	Viscosidad (cP)	Densidad (g/ml)	pH
J	1	1496.2	1.00	7.47
	2	1623.2	1.15	7.58
J1	1	1498.7	0.998	7.39
	2	1626.9	1.19	7.53
J2	1	1493.2	1.06	7.44
	2	1620.7	1.20	7.62

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

**Tabla 7-4:** Valoración en cada formulación

Ensayos		Formulación 1	Formulación 2
Viscosidad (cP)		1496.0	1623.6
pH		7.43	7.58
Densidad (g/ml)		1.02	1.18
Características organolépticas	Apariencia	Líquido viscoso, homogéneo	Líquido viscoso, homogéneo
	Color	Azul	Azul
	Olor	Aromático	Aromático
	Sedimentación	Sin presencia	Existe micro polvos

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Se analizó cada formulación en base a las variables de viscosidad, pH y densidad para asegurar la efectividad del jabón. Se considera viscosidad a la resistencia de un líquido a fluir, el límite permitido oscila entre 1000 cP y 5000 cP, (Estrella, 2021, p.23) cumpliendo los jabones con los límites estipulados. Las densidades obtenidas deben encontrar cerca del rango promedio de jabones líquidos comerciales de 1.00-1.05 g/ml, lo cual establece que la formulación 1 es la óptima.

#### 4.2.1. Análisis ANOVA de las variables medidas

Tabla 8-4: Análisis ANOVA de las variables medidas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Gl	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	2726,83	1	2726,83	0,003375	0,95645
Dentro de los grupos	3231551,73	4	807887,93		
Total	3234278,56	5			

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

El análisis ANOVA se realizó con los promedios obtenidos de los tratamientos por triplicado, para lo cual la tabla 8-4 demuestra que el valor de probabilidad, 0.9564, es mayor al valor de significancia, 0.05, lo que expone que no existen diferencias significativas entre los tratamientos de estudio.

Se considera como mejor formulación la N° 1, debido a que presenta un pH óptimo dentro de la norma establecida, a más de que no existen sedimentos presentes en la misma.

#### 4.3. Caracterización del jabón líquido

Tabla 9-4: Análisis físico del jabón líquido

PARÁMETROS	RESULTADOS
Color	Azul
Aspecto	Normal, libre de material extraño
Olor	Característico

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

Tabla 10-4: Análisis microbiológicos del jabón líquido

PARÁMETROS	RESULTADOS
Aerobios mesófilos UFC/g	270
<i>Escherichia Coli</i> UFC/g	Ausencia
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/g	Ausencia
<i>Pseudomona Aeruginosa</i> UFC/g	Ausencia

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.



Los resultados expuestos en la Tabla 5-4 se evidencia que el jabón presenta límites inferiores con respecto a aerobios mesófilos, mientras que *escherichia coli*, *staphylococcus aureus* y *pseudomona aeruginosa* permanecen ausentes validando lo señalado en la Norma INEN NTE 2867. Productos Cosméticos. Requisitos.

**Tabla 11-4:** Análisis fisicoquímicos del jabón líquido

PARÁMETROS	RESULTADOS
Materia activa valorable g/Kg	4.54
pH	7.50

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

De acuerdo con la norma NTE INEN 850 para productos cosméticos. Jabón líquido de tocador los valores obtenidos para el jabón líquido a partir del aceite residual doméstico están dentro de los rangos establecidos que son para materia activa valorable de 30 y pH de 7.50.

#### 4.4. Análisis costo/beneficio

**Tabla 12-4:** Análisis costo beneficio del proyecto

TD	10%				
Inversión	18.584,98				
Tiempo	5 AÑOS				
PERIODO (AÑOS)	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO	SALDO ACTUALIZADO 10%	SALDO ACTUALIZADO O ACUMULADO
0			-18.584,98	-18.584,98	-18.585,0
1	86.184,00	80365,51	5.818,49	5.289,53	-13.295,4
2	86.184,00	80.365,51	5.818,49	4.808,67	-8.486,8
3	86.184,00	80.365,51	5.818,49	4.371,52	-4.115,3
4	86.184,00	80.365,51	5.818,49	3.974,11	-141,2
5	86.184,00	80.365,51	5.818,49	3.612,82	3.471,7
		VAN	\$22.056,65	22.056,65	
		TIR	17%		
		PR	3,76		
		RBC	1,07240030		
			2		

Realizado por: Campoverde, Angie, 2022.

A partir de los resultados obtenidos en los indicadores financieros, se observa que el proyecto de elaboración de jabón líquido a partir de aceite residual en producción industrial es rentable dando un valor de 22.056,65 para el VAN, siendo este mayor a 0, el valor del TIR es mayor a 0 dando

un 17%, además el PDR determina que la inversión se recupera antes del período 4. Por tanto, se comprueba que el proceso es factible tanto para el aspecto técnico como económico.

#### 4.5. Análisis y/o Discusión de resultados

La elaboración de jabón a partir de aceite doméstico residual y cáscara de huevo, se inició con el muestreo de la materia prima bruta. Los análisis físico químicos y microbiológicos, se realizaron en el laboratorio Saqmic en la ciudad de Riobamba, obteniendo que la muestra de aceite doméstico residual presentó como índice de saponificación 252 mg/g, índice de yodo 30 cg/g e índice de peróxidos 8.37 meq  $O_2$ / Kg, mientras que la cáscara de huevo en su análisis microbiológico de Salmonella tuvo como resultado negativo.

Luego se llevó a cabo un proceso de tratamiento de la materia prima; para obtención de micro polvo de cáscara de huevo por métodos mecánicos y químicos, fue necesario realizar un proceso de selección de materia prima, limpieza y lavado, esterilización química, esterilización térmica, secado, molienda y tamizado. Concluido el proceso de elaboración fue caracterizado el micro polvo mediante análisis físico y microbiológico, teniendo que es de color blanco, de aspecto normal y libre de material extraño, con un olor característico, así mismo, resultó negativo para salmonella, y presentó ausencia para coliformes totales y *escherichia coli*.

En relación al aceite se planteó etapas de purificación, blanqueamiento y saponificación para posteriormente diluir la pasta de jabón base y adición de aditivos. Para la etapa de purificación se utilizó una solución de salmuera al 5% m/v en una relación 10:1 de aceite y solución respectivamente; para el blanqueamiento fue necesaria una solución de  $H_2O_2$  al 5% v/v en una relación 1:1 de aceite purificado y solución. Una vez tratado el aceite se realizaron las caracterizaciones en el laboratorio Saqmic, teniendo como índice de saponificación 249 mg/g, índice de yodo 20 cg/g, índice de peróxidos 1.25 meq  $O_2$ / Kg y ácidos grasos de 0.19%.

Mientras que para la saponificación fue necesario 25 g de aceite tratado para reaccionar con una solución K(OH) al 20%, es decir, 6.225 g KOH y 31.13 ml de agua, resultando 54.852 g de pasta de jabón base. A continuación, se hace la dilución de 10.069 g de pasta de jabón en 29.94 g de agua, se adiciona 0.041 g de benzoato, 0.126 g de betaína, 1.008 g de glicerina, 0.016 g de colorante, 0.202 g de fragancia, 6.84 g de borax, 4.12 g de ácido cítrico y 10.065 g de texapón. Una vez elaborado el jabón líquido se realizó un diseño factorial  $2^1$  para adición de micro polvos de cáscara de huevo en el cual se varió en un rango de 0.01 g como mínimo y 0.07g como máximo, mientras que se mantuvo constante 10 ml de jabón líquido. Se tienen dos tratamientos diferentes los cuales se realizan por triplicado dando un total de 6 muestras de estudio, mismas que se analizaron los datos de viscosidad, pH y densidad para su control de calidad resultando promedios de 1496.0 cP y 1623.6 cP de viscosidad, 7.43 y 7.58 de pH, y 1.02 g/ml y 1.18 g/ml en densidad, para las formulaciones 1 y 2 respectivamente, a su vez fueron analizadas características

organolépticas encontrando que es un líquido viscoso homogéneo en base a su apariencia, es de color azul, posee un olor aromático y finalmente la sedimentación, que para la formulación 1 no hay presencia de sedimentos y para la formulación existen micro polvos como sedimentos. La valoración de las formulaciones permitió realizar un análisis ANOVA, mostrado en la tabla 8-4 con un valor p de 0.9564 mismo que es mayor al valor de significancia, 0.05, lo que representa que no existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos evaluados, de modo que se considera como mejor formulación la N°1 ya que no existe la presencia de sedimentos y no excede el valor límite permisible de 7.5 con respecto al pH.

Se consideró una producción diaria de 50 L diarios, es decir, una producción de 200 unidades de jabón líquido con un contenido neto de 250 ml, los costos de inversión fija son de \$ 17.533,00 considerando costos de equipos para la línea principal del proceso, equipos y materiales para control del proceso, inversiones en la planta de procesamiento, recursos humanos para montaje e instalación y otros. Mientras que para los egresos generados anualmente en la elaboración es de \$ 75.816,52 valor que incluye gastos de los servicios básicos, recursos humanos para el proceso de manufactura y el costo de elaboración de jabón por lote. Valores necesarios para el cálculo de indicadores financieros como VAN, TIR, RBC y PR, con resultado superior a 0 para el VAN y superior a 1 para RBC indicando que el proyecto resulta rentable para su ejecución, de igual manera el periodo de recuperación se considera a partir del quinto periodo.

## CONCLUSIONES

- Se diseñó un proceso para elaboración de jabón eco amigable a partir de aceite doméstico residual y cáscara de huevo como alternativa de limpieza, mismo que consta de etapas fundamentales para dar cumplimiento a tal objetivo como obtención de micro polvos por métodos mecánicos y químicos, en relación al aceite se planteó etapas de purificación, blanqueamiento y saponificación para luego añadir los aditivos obteniendo el jabón líquido.
- Se caracterizó la materia prima bruta necesaria para la producción de jabón líquido de forma física, química y microbiológica asegurando la calidad del producto final. La cáscara de huevo en su previo proceso de tratamiento presenta características óptimas para su uso puesto que la misma no posee microorganismos dañinos dentro de sus pruebas microbiológicas. Mientras que el aceite doméstico residual presenta dentro de su caracterización química un Índice de saponificación de 252 mg/g, índice de yodo de 30 cg/g e índice de peróxidos de 8.37 meq O<sub>2</sub>/ Kg.
- La cáscara de huevo fue sometida a un proceso selección, limpieza y lavado, esterilización química y térmica, secado, molienda y reducción de su tamaño hasta la malla 150 µm, una vez realizado su proceso se caracterizó nuevamente dando cumplimiento a la ausencia de patógenos microbiológicos. En tanto, para la eliminación de partículas pequeñas del aceite residual se utilizó 10 ml de solución de salmuera al 5% m/v y para su blanqueamiento 100 ml de solución de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 5% v/v, el cual presentó mejoras en sus propiedades, lo que se demuestra con su caracterización obteniendo una reducción del 1.19% en el índice de saponificación, 33.33% en el índice de yodo, 85% en el índice de yodo y presenta 0.19% de ácidos grasos.
- Mediante pruebas a nivel de laboratorio se escogió el mejor método para la obtención de aceite purificado para elaboración de jabón como es el identificado en el desarrollo como AT2. Seguidamente se realizó la saponificación de 19 g de aceite tratado con una solución KOH 20% m/v con ayuda del índice de saponificación, obteniéndose 41.1 g de pasta de jabón. Continuamente, se añadieron los aditivos necesarios en la obtención del jabón líquido que consta de benzoato 0.17 g, betaína 0.514 g, glicerina 4.114 g, colorante 0.065 g, fragancia 0.824 g, agua 122.18 g, texapón 41.07 g, boráx 27.91 g, 16.81 g de ácido cítrico, obteniéndose 255.007 g de jabón líquido, es decir, 250 ml.
- Se realizó los cálculos de ingeniería, que conlleva los balances de masa en la obtención de micro polvos, en sus operaciones unitarias de selección, limpieza y lavado, esterilización química y térmica, secado, molienda y tamizado. De igual forma en el tratamiento de aceites residuales, en su purificación y blanqueamiento, seguidamente de la saponificación, disolución y mezcla de aditivos.

- La validación del diseño de acuerdo a lo establecido en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 850 nos indica que el jabón líquido obtenido es apto para usarse como jabón de tocador ya que sus valores de materia activa valorable de 4.54 y pH de 7.50 están dentro de los rangos establecidos.
- El análisis financiero nos indica un margen de ganancia del 33% con el costo por unidad de \$ 2.26, considerando los egresos anuales de \$ 75.816,52 y los ingresos anuales de \$ 86.184,00 se tiene un VAN positivo, por otro lado, el TIR, PR y RBC con resultados 17%, 3.76 y 1.07 respectivamente, indicando la factibilidad tanto técnica como económica del proyecto con una recuperación a partir del quinto año de producción.

## **RECOMENDACIONES**

- Buscar métodos más eficaces en la purificación y blanqueamiento de aceites residuales con el fin de mejorar sus propiedades.
- Realizar experimentaciones con aceites de distintos orígenes en la elaboración de jabón.
- Informar a la población en general sobre la importancia de la recolección de residuos en los hogares.
- Evaluar la capacidad de formar diferentes productos de limpieza con el aceite residual.
- Realizar pruebas de toxicidad al jabón líquido de tocador con el fin de evitar reacciones alérgicas.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALBUQUERQUE, F., et al.** "Environmental assessment of four waste cooking oil valorization pathways". *Waste Management*, vol. 138 (2022), pp. 219-233. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2021.11.037.

**ALVARADO, J. y SANDOVAL, J.** Obtención de aceite comestible a partir de la semilla de maracuya [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 2018. pp. 49. [Consulta: 2022-05-09]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33198/1/401-1319%20-%20Obtenc%20aceite%20comestible%20semilla%20maracuya.pdf>

**BRATOVCIC, A., et al.** "The Influence of Type of Surfactant on Physicochemical Properties of Liquid Soap". *International Journal of Materials and Chemistry* [en línea], 2018, (Bosnia) 8 (2), pp. 31-37. [Consulta: 09 de mayo 2022]. ISSN 2166-5354. Disponible en: <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijmc.20180802.02.html>

**CRUZ, L. y GARCÍA, G.** Elaboración de cuatro tipos de jabones utilizando aceites vegetales residuales de palma africana (*Elaeis guineensis*) mediante el método de saponificación en la Universidad Estatal de Bolívar [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal de Bolívar. Bolívar, Ecuador. 2011. pp. 20. [Consulta: 2021-12-04]. Disponible en: <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/923>

**ESTRELLA, M.** Elaboración de un jabón líquido a base de saponinas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) [en línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2021. pp. 11-23. [Consulta: 2022-05-09]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14758/1/56T00984.pdf>.

**FÉLIX, S., et al.** "Soap production: A green prospective". *Waste Management*, vol. 66 (2017), (Lisboa) pp. 190-195. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2017.04.036.

**FERNÁNDEZ, A., et al.** Diseño de proceso para la elaboración de jabón a base de aceite de cocina usado en la Urb. Santa María del Pinar, distrito Piura [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Piura. Piura, Perú. 2020. pp. 1-31. [Consulta: 2022-05-09]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4618/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto\\_EcoJabon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4618/PYT_Informe_Final_Proyecto_EcoJabon.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**GONZÁLEZ CANAL, I. y GONZÁLEZ UBIERNA, J.A.**, "Aceites usados de cocina. problemática ambiental, incidencias en redes de saneamiento y coste del tratamiento en depuradoras". [En línea], 2015, (Bizcaia), pp. 1-8. [Consulta: 18 noviembre 2021]. Disponible en: <http://residusmunicipals.cat/uploads/activitats/docs/20170427092548.pdf>

**GUERRERO, C.** Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Almería. Almería, España. 2014. pp. 17. [Consulta: 2021-11-09]. Diponible en: <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3371/Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**HILARIO ZAMBRANO, Y.E.** Atributos de los jabones líquidos y la decisión de compra de los usuarios de la empresa Salud, Equilibrio, Bienestar y Energía S.A.C. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Educación. Lima, Perú. 2019. pp. 59. [Consulta: 2022-05-09]. Disponible en: [https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/3144/TM\\_AD-Ad\\_4247\\_H1 - Hilario Zambrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/3144/TM_AD-Ad_4247_H1_-_Hilario_Zambrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**HILGERT, E.** Formulación y manufactura de productos para la higiene personal y cosmética [en línea] (Trabajo de titulación). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 2012. pp. 15. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1446/HILGERT VALDER RAMA EDUARDO FORMULACION PRODUCTOS HIGIENE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1446/HILGERT_VALDER RAMA_EDUARDO_FORMULACION_PRODUCTOS_HIGIENE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**NTE INEN-ISO 3960.** *Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Determinación del índice de peróxido. Determinación yodometrica (visual) del punto final. (idt)* [en línea]. 2013. [Consulta: 25 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-iso-3960-ext.pdf>.

**NTE INEN-ISO 3657.** *Norma técnica ecuatoriana nte inen-iso 3657:2013 aceites y grasas de origen animal y vegetal. Determinación del índice de saponificación (idt)* . [en línea]. 2013. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_3657.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_3657.pdf).

**NTE INEN-ISO 3961.** *Aceites y grasas de origen animal y vegetal. Determinación del índice de yodo. (idt)*. [en línea]. 2013. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_3961extracto.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_3961extracto.pdf).



**NTE INEN 1973.** *Huevos comerciales y ovoproductos. Requisitos.* [en línea]. 2013. [Consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1973-2.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1973-2.pdf).

**NTE INEN 2678.** *Grasas y aceites comestibles reutilizados. Requisitos.* [en línea]. 2013. [Consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2678.pdf>

**LÁZARO, F.** Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano Estudio técnico para la elaboración de jabón a partir del sebo generado en la planta de cárnicos de Zamorano (Trabajo de titulación). Universidad Zamorano, Honduras. 2004. pp. 1-60.

**MAOTSELA, T., DANHA, G. y MUZENDA, E.** "Utilization of waste cooking oil and tallow for production of toilet "bath" soap". *Procedia Manufacturing* [en línea], 2019, (Botsuana), 35, pp. 541-545. Disponible en: [DOI 10.1016/j.promfg.2019.07.008](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.07.008).

**MÁRQUEZ, L.** Diseño De Un Sistema Para La Gestión De Aceites Vegetales Usados En Cañete Para Producir Biodiesel [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Piura. Piura, Perú. 2013. pp. 2-125. [Consulta: 2021-12-05]. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2015/ING-L\\_003.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2015/ING-L_003.pdf?sequence=1).

**MONTIEL, W.** Elaboración de jabón líquido para uso industrial a partir de glicerina, como subproducto de la obtención de biodiésel [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 2017. pp. 1-70. [Consulta: 2021-11-09]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/3797/1/51773.pdf>.

**MUÑOZ, V.A.** Evaluación de la calidad de jabón a partir de aceite vegetal de desecho [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 2020. [Consulta: 2021-11-09]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5189/1/T-UTEQ-0081.pdf>.

**NORTHERN IRELAND ENVIRONMENT AGENCY.** "Disposal of Fats,Oils and Food Waste". *Northern ireland water* [en línea], 2018, (United Kingdom). pp. 3. Disponible en: <https://www.niwater.com/sitefiles/resources/pdf/leaflets/2018/disposaloffatsoilsfoodwaste.pdf>.

**PERÉZ, A. y AGUIRRE, G.** Propuesta de un proceso para la obtención de carbonato de calcio

a partir de residuos de cáscaras de huevo [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Experimental Politécnica. Barquisimeto, Venezuela. 2019. pp. 13-15. [Consulta: 12 diciembre 2021]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/332530348\\_PROPUESTA\\_DE\\_UN\\_PROCESO\\_PARA\\_LA\\_OBTENCION\\_DE\\_CARBONATO\\_DE\\_CALCIO\\_A\\_PARTIR\\_DE\\_RESIDUOS\\_DE\\_CASCARAS\\_DE\\_HUEVO](https://www.researchgate.net/publication/332530348_PROPUESTA_DE_UN_PROCESO_PARA_LA_OBTENCION_DE_CARBONATO_DE_CALCIO_A_PARTIR_DE_RESIDUOS_DE_CASCARAS_DE_HUEVO).

**PÉREZ, G., et al.** "Aprovechamiento de las cascaras de huevo en la fortificación de alimentos". *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación* [en línea], 2018, (Bolivia) 16(18), pp. 29-38. [Consulta: 12 diciembre 2021]. ISSN 2225-8787. Disponible en: [http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2225-87872018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-87872018000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es).

**PROCEL, B.** Reutilización de aceite de cocina del restaurante los toledos, para la elaboración de detergente en polvo de uso doméstico [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2021. pp.1-2.

**REOIL**, Colección de RAUC & Producción de Biodiésel. [en línea]. 2009. [Consulta: 6 diciembre 2021]. Disponible en: <http://www.reoil.net/rauc.html>.

**SERRANO, D.** Evaluación Del Uso Y Disposición Final Del Aceite Vegetal Residual Proveniente De Comedores En General Villamil Playas, Ecuador [en línea] (Trabajo de titulación) Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 2019. pp. 1-14. [Consulta: 2021-12-05]. Disponible en: [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44942/1/TESIS\\_FINAL\\_DOME\\_SERRANO.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/44942/1/TESIS_FINAL_DOME_SERRANO.pdf).

**TACOMA, M.** Elaboración de Jabón Líquido Antibacterial a partir de la Gestión de Residuos de Aceite Vegetal [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad César Vallejo. Lima, Perú. 2021. pp. viii. [Consulta: 2021-12-16] Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63067>.

**TÉLLEZ, G. y SÁNCHEZ, O.** Diseño de una planta de producción de base de jabón líquido antibacterial a partir de aceite de *Jatropha Curcas L.* con un biocida natural. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. 2010. pp. 20. [Consulta: 2021-12-04]. Disponible en: <https://docplayer.es/75442815-Diseno-de-una-planta-de-produccion-de-base-de-jabon-liquido-antibacterial-a-partir-de-aceite-de-jatropha-curcas-l-con-un-biocida-natural.html>.

**YAGÜE, M.** Estudio de utilización de aceites de fritura en establecimientos alimentarios de comidas preparadas [en línea]. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 2003. pp. 4. [Consulta: 2022-05-09]. Disponible en: <http://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/mangeles-aylon-blog.pdf>.

## ANEXOS

### ANEXO A: CARACTERIZACIÓN DE CÁSCARA DE HUEVO



**saqmic**  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

#### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 043-22

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba	<b>TELÉFONO:</b>	
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Cáscara de huevo		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 21 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 21 de febrero del 2022		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Característico		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>RESULTADO</b>
Salmonella UFC/ 25 g	Reveal 2.0	Negativo
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 21 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 25 de febrero del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador




## ANEXO B: CARACTERIZACIÓN DE MICRO POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 028-22

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Micropolvo de cáscara de huevo		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 11 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 11 de febrero del 2022		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Blanco		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Coliformes totales UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
Escherichia coli UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
Salmonella UFC / 25 g	Reveal 2.0	Negativo
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 12 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 16 de febrero del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio   
Riobamba - Ecuador




**ANEXO C: CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DOMÉSTICO RESIDUAL SIN TRATAMIENTO**



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

**EXAMEN BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO 041-22**

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Aceite usado sin tratamiento		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Azul		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	mg /g	252
INDICE DE YODO	cg/g	30
PEROXIDOS	meq O <sub>2</sub> / kg	8.37
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 21 de marzo del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 📞032 942 322  
Saqmic Laboratorio 📍  
Riobamba - Ecuador




**ANEXO D: CARACTERIZACIÓN DE ACEITE DOMÉSTICO RESIDUAL PURIFICADO Y  
BLANQUEADO**



**saqmic**  
LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

**EXAMEN BROMATOLOGICO DE ALIMENTOS**

**CÓDIGO 042-22**

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Aceite tratado purificado y blanqueado		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>EXAMEN FISICO</b>		
COLOR: Azul		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	mg /g	249
INDICE DE YODO	cg/g	20
PEROXIDOS	meq O <sub>2</sub> / Kg	1.25
ACIDOS GRASOS	%	0.19
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 22 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 21 de marzo del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador




## ANEXO E: CARACTERIZACIÓN DEL JABÓN LÍQUIDO



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 044-22

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Jabón Líquido		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 25 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 25 de febrero del 2022		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Azul		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Aerobios mesófilos UFC/ g	Siembra en masa	270
Eschericha coli UFC/ g	Siembra en masa	Ausencia
Pseudoma Aeruginosa UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
Sthaphylococcus aureus UFC / g	Siembra en masa	Ausencia
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 25 de febrero del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 07 de marzo del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador







LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

### EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS

CÓDIGO 055-22

<b>CLIENTE:</b> Angie Campoverde		
<b>DIRECCIÓN:</b> Riobamba		<b>TELÉFONO:</b>
<b>TIPO DE MUESTRA:</b> Jabón Líquido		
<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b> 07 de marzo del 2022		
<b>FECHA DE MUESTREO:</b> 07 de marzo del 2022		
<b>EXAMEN FÍSICO</b>		
COLOR: Azul		
OLOR: Característico		
ASPECTO: Normal, libre de material extraño		
PARÁMETROS	MÉTODO	RESULTADO
Tensoactivos aniónicos g/ Kg	-	4.54
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> 07 de marzo del 2022		
<b>FECHA DE ENTREGA:</b> 21 de marzo del 2022		
<b>RESPONSABLE:</b>		
		
<b>Dra. Gina Álvarez R.</b>		
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo, el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.		



LABORATORIO DE SERVICIOS ANALÍTICOS  
QUÍMICOS Y MICROBIOS EN AGUA Y ALIMENTOS

Avenida 9 de Octubre # 12 y Madrid  
Contáctanos: ☎0998580374 ☎032 942 322  
Saqmic Laboratorio  
Riobamba - Ecuador



## ANEXO F: ETIQUETA DEL JABÓN LÍQUIDO





**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO  
Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 27 / 07 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Angie Brigitte Campoverde Jaramillo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Química
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Química
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b> Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.



1509-DBRA-UTP-2022