



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA
SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (*Sapindus
Saponaria L.*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA:

EVELYN LISSETTE ACOSTA SANTAMARIA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

**DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA
SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (*Sapindus
Saponaria L.*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA QUÍMICA

AUTORA: EVELYN LISSETTE ACOSTA SANTAMARIA

DIRECTORA: Ing. MÓNICA LILIAN ANDRADE AVALOS. MsC.

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Evelyn Lissette Acosta Santamaria

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, Evelyn Lissette Acosta Santamaria, 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, 23 de noviembre de 2022



Evelyn Lissette Acosta Santamaria

C.I. 180528663-8

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (*SAPINDUS SAPONARIA L.*)**, realizado por la señorita: **EVELYN LISSETTE ACOSTA SANTAMARIA**, 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. César Arturo Puente Guijarro, PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-11-23
Ing. Mónica Lilian Andrade Avalos, MSc. DIRECTORA DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-11-23
BQF. Adriana Isabel Rodríguez Basantes, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2022-11-23

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por guiarme y fortalecerme en este camino. A mi madre Carmen por ser la mejor, darme fuerzas y consejos en los momentos difíciles. A mi padre Tito por su sacrificio y apoyo incondicional durante mi formación, y los buenos valores que ambos supieron inculcarme para llegar hasta este punto. A mis hermanas Vanessa y Marjorie quienes han sido fiel compañeras en esta etapa y han compartido momentos especiales durante mi vida estudiantil. Y a todos mis amigos y demás familiares que han formado parte de este ciclo y que han hecho que cada instante compartido sea ameno y disfrutado en todo momento.

Evelyn Acosta

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme brindado la información pertinente y necesaria al igual que la oportunidad de ser parte de tan prestigiosa institución.

A la Ing. Mónica Lilian Andrade tutora del trabajo, por su guía, apoyo, asesoramiento y acompañamiento permanente durante el transcurso de la realización del Trabajo de Integración Curricular y la metodología impartida a lo largo de la carrera.

A la BQF. Adriana Rodríguez por su acompañamiento y todos sus conocimientos impartidos a lo largo del desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Jefferson Bautista por su paciencia y colaboración en el Laboratorio de Investigación. Agradezco a Andrés quien ha sido apoyo durante este trabajo.

Evelyn Acosta

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación del proyecto	3
1.4. Línea base del proyecto	4
1.4.1. Localización del proyecto	4
1.4.2. Beneficiarios directos e indirectos	5
1.4.2.1. Directos	5
1.4.2.2. Indirectos.....	5
1.5. Objetivos	5
1.5.1. General	5
1.5.2. Específicos.....	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.2. Referencias teóricas	8
2.2.1. Fruto de Choloque	8
2.2.2. Saponinas	9
2.2.3. Agentes tensoactivos	9
2.2.4. Detergentes.....	10
2.2.4.1. Tipos de detergentes	10

2.2.5. Detergente líquido	11
2.2.5.1. <i>Composición del detergente líquido</i>	11
2.2.5.2. <i>Detergentes biodegradables</i>	12
2.2.5.3. <i>Importancia de los detergentes biodegradables</i>	12
2.2.6. Técnicas de obtención para la saponina	13
2.2.7. Operaciones unitarias del proceso	14

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO	18
3.1. Ingeniería del proyecto	18
3.1.1. <i>Tipo de estudio</i>	18
3.1.1.1. <i>Estudio experimental</i>	18
3.2. Métodos y técnicas	18
3.2.1. <i>Métodos</i>	18
3.2.2. <i>Técnicas</i>	19
3.2.2.1. <i>Técnicas para la caracterización fisicoquímica de la materia prima</i>	19
3.2.2.2. <i>Técnicas para la caracterización de la saponina obtenida</i>	28
3.2.2.3. <i>Requisitos para la caracterización fisicoquímica del detergente</i>	29
3.3. Procedimiento a nivel de laboratorio	30
3.3.1. <i>Descripción del procedimiento</i>	30
3.3.1.1. <i>Obtención de saponina del fruto de choloque con alcohol etílico al 70 % de pureza.</i>	30
3.3.1.2. <i>Obtención de saponina del fruto de choloque con cloroformo</i>	35
3.3.1.3. <i>Obtención del detergente líquido</i>	38
3.4. Procedimiento a nivel industrial	39
3.4.1. <i>Variables del proceso</i>	39
3.4.1.1. <i>Descripción del proceso para la elaboración de detergente líquido</i>	40
3.4.1.2. <i>Flujograma del proceso</i>	44
3.4.2. <i>Balance de masa y energía</i>	45
3.4.2.1. <i>Balance de masa</i>	45
3.4.2.2. <i>Balance de masa general del proceso</i>	54
3.4.2.3. <i>Balance de energía</i>	55
3.5. Dimensionamiento de los equipos	58
3.5.1. <i>Diseño de una mesa para recepción de materia prima y limpieza</i>	58
3.5.2. <i>Diseño de la descascaradora</i>	60
3.5.3. <i>Diseño del secador tipo bandejas</i>	60

3.5.3.1.	<i>Espesor de las paredes de la cámara de secado</i>	60
3.5.3.2.	<i>Tapa de la cámara</i>	60
3.5.3.3.	<i>Cantidad de producto a secar</i>	61
3.5.3.4.	<i>Altura de bandejas</i>	61
3.5.3.5.	<i>Aislamiento de la cámara</i>	61
3.5.3.6.	<i>Dispositivo para el flujo de aire o ventilación</i>	61
3.5.4.	<i>Diseño del molino de martillos</i>	62
3.5.5.	<i>Diseño del tanque macerador</i>	64
3.5.6.	<i>Diseño del filtro prensa</i>	67
3.5.7.	<i>Diseño del destilador</i>	69
3.5.8.	<i>Diseño del tanque agitador de paletas</i>	73
3.6.	Resultados del diseño de los equipos industriales	75
3.6.1.	<i>Materiales para el área de control de calidad de la planta</i>	77
3.7.	Análisis de costo-beneficio para el proceso del detergente	78
3.7.1.	<i>Inversión fija</i>	78
3.7.2.	<i>Determinación de egresos</i>	80
3.7.3.	<i>Costos totales de inversión fija y egresos</i>	82
3.7.3.1.	<i>Determinación de ingresos anuales</i>	82
3.7.4.	<i>Cálculo del valor actual neto, tasa de retorno interno y periodo de recuperación</i>	84
3.7.4.1.	<i>Valor actual neto (VAN)</i>	84
3.7.4.2.	<i>Tasa de retorno interno (TIR)</i>	85
3.7.4.3.	<i>Periodo de recuperación (PDR)</i>	86

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	87
4.1.	Caracterización de la materia prima	87
4.1.1.	<i>Análisis físicos de la materia prima</i>	87
4.1.2.	<i>Análisis fisicoquímicos de la materia prima</i>	87
4.1.3.	<i>Análisis físicos de la saponina obtenida</i>	88
4.2.	Validación del producto	88
4.2.1.	<i>Validación del detergente a base de saponina del choloque</i>	88
4.3.	Análisis y discusión de resultados	89
4.4.	Cronograma del proyecto	91

CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Ubicación y características geográficas de la ESPOCH.....	4
Tabla 1-2: Clasificación de los agentes tensoactivos	10
Tabla 1-3: Determinación de la humedad	20
Tabla 2-3: Determinación de cenizas.....	21
Tabla 3-3: Determinación de grasa	23
Tabla 4-3: Determinación de fibra	24
Tabla 5-3: Determinación de proteína	26
Tabla 6-3: Determinación del contenido de saponinas	27
Tabla 7-3: Determinación de parámetros físicos para la saponina.....	28
Tabla 8-3: Requisitos fisicoquímicos del detergente líquido de uso doméstico	29
Tabla 9-3: Operaciones del proceso y variables óptimas del detergente líquido	40
Tabla 10-3: Datos para el dimensionamiento de la mesa.....	58
Tabla 11-3: Datos experimentales para determinar la densidad del choloque	59
Tabla 12-3: Especificaciones técnicas del descascarador de frutos de choloque.....	60
Tabla 13-3: Especificaciones técnicas del secador de bandejas.....	61
Tabla 14-3: Propiedades de AISI 316L.....	64
Tabla 15-3: Resultados de los cálculos de ingeniería	76
Tabla 16-3: Requerimiento de materiales	77
Tabla 17-3: Costos de los equipos para la línea de producción	78
Tabla 18-3: Costos de equipos y materiales para el control de calidad del proceso	79
Tabla 19-3: Costos de inversión para la planta de producción	79
Tabla 20-3: Costo de inversión en recursos humanos para el proceso de producción.....	79
Tabla 21-3: Costos de inversión fija en el proceso	80
Tabla 22-3: Costos de elaboración del detergente líquido de 500 mL.....	80
Tabla 23-3: Costos de los servicios básicos.....	81
Tabla 24-3: Recursos humanos para el proceso de manufactura	81
Tabla 25-3: Egresos anuales de producción.....	82
Tabla 26-3: Costo total de la inversión fija y egresos.....	82
Tabla 27-3: Ingresos anuales.....	84
Tabla 28-3: Periodo de recuperación de la inversión.....	86
Tabla 1-4: Resultados del análisis físico del fruto de choloque.....	87
Tabla 2-4: Caracterización fisicoquímica del choloque seco triturado	87
Tabla 3-4: Resultados análisis físicos de la saponina	88

Tabla 4-4: Análisis fisicoquímicos del detergente líquido a base de la saponina de choloque.. 88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Localización geográfica de la Facultad de Ciencias ESPOCH.....	4
Figura 1-2: Fruto de Choloque.....	8
Figura 2-2: Estructura de la Saponina.....	9
Figura 3-2: Equipo rotaevaporador.....	13
Figura 4-2: Equipo Soxhlet.....	13
Figura 5-2: Equipo destilador simple.....	14
Figura 6-2: Secador de bandejas.....	15
Figura 7-2: Molino de rodillos.....	15
Figura 8-2: Tanque macerador.....	16
Figura 9-2: Filtro prensa.....	16
Figura 10-2: Destilador industrial.....	17
Figura 11-2: Agitador.....	17
Figura 1-3: Frutos de choloque.....	31
Figura 2-3: Pesaje.....	32
Figura 3-3: Secado del pericarpio.....	32
Figura 4-3: Triturado.....	33
Figura 5-3: Macerado con alcohol etílico 70%.....	33
Figura 6-3: Filtración al vacío.....	34
Figura 7-3: Destilación.....	34
Figura 8-3: Pesaje.....	36
Figura 9-3: Macerado con cloroformo.....	36
Figura 10-3: Filtración del extracto clorofórmico.....	37
Figura 11-3: Extracción en Soxhlet.....	37
Figura 12-3: Destilación.....	38
Figura 13-3: Diagrama del proceso.....	44
Figura 14-3: Tanque agitador.....	74

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-3: Masa de la cáscara del choloque (g/h).....	45
Ecuación 2-3: Rendimiento del descascarador (%)	46
Ecuación 3-3: Rendimiento del secado (%).....	46
Ecuación 4-3: Pérdida de cáscara de choloque en la molienda (g/h)	47
Ecuación 5-3: Rendimiento de la molienda (%)	47
Ecuación 6-3: Mezcla choloque-alcohol etílico (g/h).....	48
Ecuación 7-3: Rendimiento de la filtración (%)	48
Ecuación 8-3: Mezcla choloque-alcohol etílico (g/h).....	49
Ecuación 9-3: Rendimiento de la filtración final (%).....	50
Ecuación 10-3: Extracto total reunido mL.....	50
Ecuación 11-3: Rendimiento de la saponina obtenida (%)	51
Ecuación 12-3: Volumen de la mezcla para detergente (mL).....	52
Ecuación 13-3: Volumen del detergente líquido.....	52
Ecuación 14-3: Balance de energía general	55
Ecuación 15-3: Calor sensible de la cáscara de choloque.....	55
Ecuación 16-3: Calor suministrado por el secador	56
Ecuación 17-3: Capacidad calorífica de la cáscara de choloque.....	56
Ecuación 18-3: Calor ganado por la cáscara de choloque.....	56
Ecuación 19-3: Entalpía de la cáscara de choloque	57
Ecuación 20-3: Calor requerido para evaporar el agua en el secado	57
Ecuación 21-3: Calor total en el secado.....	57
Ecuación 22-3: Densidad del fruto del choloque	59
Ecuación 23-3: Capacidad de la mesa de recepción y limpieza de materia prima.....	59
Ecuación 24-3: Energía requerida por el molino	62
Ecuación 25-3: Potencia requerida para la molienda.....	63
Ecuación 26-3: Volumen de la tolva de alimentación	63
Ecuación 27-3: Volumen armazón del equipo.....	64
Ecuación 28-3: Volumen del tanque macerador	65
Ecuación 29-3: Volumen del líquido	66
Ecuación 30-3: Presión hidrostática del volumen líquido.....	66
Ecuación 31-3: Presión máxima del tanque macerador	66
Ecuación 32-3: Espesor del tanque macerador	67
Ecuación 33-3: Volumen total	67
Ecuación 34-3: Volumen de la torta que se forma en el filtro	67

Ecuación 35-3: Número de placas y marcos del filtro	68
Ecuación 36-3: Paradas que realizarán los filtros prensa.....	68
Ecuación 37-3: Altura del cilindro.....	69
Ecuación 38-3: Volumen de trabajo.....	70
Ecuación 39-3: Volumen del cono inferior.....	70
Ecuación 40-3: Volumen mínimo de trabajo	70
Ecuación 41-3: Volumen de la alimentación	71
Ecuación 42-3: Masa del volumen diluido.....	71
Ecuación 43-3: Volumen concentrado.....	72
Ecuación 44-3: Masa del volumen concentrado	72
Ecuación 45-3: Volumen evaporado.....	72
Ecuación 46-3: Volumen del cilindro	73
Ecuación 47-3: Altura del tanque.....	73
Ecuación 48-3: Longitud del brazo del agitador	74
Ecuación 49-3: Diámetro del rodete	74
Ecuación 50-3: Potencia del agitador.....	75
Ecuación 51-3: Costo de producción por unidad	83
Ecuación 52-3: Precio de venta al público.....	83
Ecuación 53-3: Valor actual neto (VAN).....	84
Ecuación 54-3: Periodo de recuperación	86

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL DETERGENTE LÍQUIDO

ANEXO B: ANÁLISIS INSTRUMENTAL DEL DETERGENTE LÍQUIDO

ANEXO C: ANÁLISIS DE BIODEGRADABILIDAD

ANEXO D: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 847: 2015. AGENTES TENSOACTIVOS.

ANEXO E: ANÁLISIS FÍSICOS DE LA SAPONINA DE CHOLOQUE OBTENIDA

ANEXO F: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DETERGENTE LÍQUIDO

ANEXO G: DISEÑO DEL SECADOR DE BANDEJAS

ANEXO H: DISEÑO DEL MOLINO DE MARTILLOS

ANEXO I: DISEÑO DEL TANQUE MACERADOR

ANEXO J: DISEÑO DEL FILTRO PRENSA

ANEXO K: DISEÑO DEL DESTILADOR

ANEXO L: DISEÑO DEL AGITADOR DE PALETAS

ANEXO M: DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un proceso industrial para la elaboración de detergentes a partir de la saponina obtenida del fruto de choloque (*Sapindus Saponaria L.*), materia prima desconocida al público usada en la antigüedad como un jabón convencional de origen natural. Para la producción de detergente líquido se utilizó dos metodologías para la obtención de saponina como componente principal del detergente biodegradable, donde se escogió el método utilizando alcohol etílico al 70% como solvente para la extracción de saponina y proceso de producción del detergente líquido. El proceso inició con la recepción y la caracterización físico-química de la materia prima, el secado a 75 °C durante 24 horas, la molienda de los frutos de choloque secos hasta reducir su tamaño, la maceración de los frutos considerando el alcohol etílico al 70% de pureza como solvente orgánico para la concentración del extracto durante 72 horas, una vez obtenido el extracto se lo filtró al vacío, luego se lo llevo a destilar y concentrar hasta sequedad en el rotaevaporador a 45 °C hasta obtener saponina concentrada, finalmente se homogenizó la saponina con demás componentes para la obtención del detergente líquido. Para el proceso de producción industrial se estableció las siguientes operaciones unitarias: descascarado, secado, macerado, filtración, destilación y homogenización. Finalmente, para determinar que el producto elaborado es apto para higienizar y ser comercializado, se realizaron análisis fisicoquímicos basados en la Norma INEN 847:2015. Agentes tensoactivos que determinaron que el detergente líquido cumple con los parámetros de calidad, dando como resultado un producto 95% biodegradable amigable con el ambiente. Además, se estableció un precio de venta por unidad de 4,76 dólares para accesibilidad al público en general. Se recomienda limpiar bien los frutos de choloque ya que las partículas de lodo adheridas influyen en la concentración del extracto de saponina.

Palabras claves: <DISEÑO INDUSTRIAL>, <SAPONINAS>, <DETERGENTE LÍQUIDO BIODEGRADABLE>, <OPERACIONES UNITARIAS>, <FRUTOS DE CHOLOQUE>.

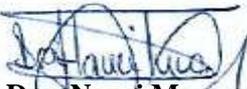
2410-DBRA-UPT-2022



ABSTRACT

The research objective was to design an industrial process for the production of detergents from the saponin obtained from the choloque fruit (*Sapindus Saponaria L.*), a raw material unknown to the public and used in ancient times as a conventional soap of natural origin. For the production of liquid detergent, two methodologies were used to obtain saponin as the main component of the biodegradable detergent, where the method using 70% ethyl alcohol as solvent was chosen for the extraction of saponin and the production process of the liquid detergent. The process began with the reception and physical-chemical characterization of the raw material, drying at 75 °C for 24 hours, grinding of the dried choloque fruits to reduce their size, maceration of the fruits using ethyl alcohol at 70% purity as organic solvent for the concentration of the extract for 72 hours, once the extract was obtained, it was filtered under vacuum, then it was distilled and concentrated to dryness in a rotary evaporator at 45 °C until concentrated saponin was obtained. Finally, the saponin was homogenized with the other components to obtain the liquid detergent. For the industrial production process, the following unitary operations were established: shelling, drying, maceration, filtration, distillation and homogenization. Finally, to determine that the processed product is suitable to sanitize and be marketed, physicochemical analyses were performed based on INEN Standard 847:2015. Surfactants that determined that the liquid detergent meets the quality parameters, resulting in a 95% biodegradable product that is environmentally friendly. In addition, a selling price per unit of US\$4.76 was established for accessibility to the general public. It is recommended that the choloque fruits be cleaned thoroughly, since adhering mud particles influence the concentration of the saponin extract.

Keywords: <INDUSTRIAL DESIGN>, <SAPONINS>, <BIODEGRADABLE LIQUID DETERGENT>, <UNIT OPERATIONS>, <CHOLOQUE FRUITS>.



Dra. Nanci Margarita Inca Chunata MSc.

C.I. 0602926719

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una variedad de detergentes en el mercado que son elaborados a partir de sustancias químicas como fosfatos, nitratos y derivados del petróleo que con el uso prolongado deteriora la piel del consumidor agravando su salud y más aún causa un daño al medio ambiente, por los residuos de lavado que estos generan y se quedan retenidos en las aguas residuales al no ser eliminados por completo. Hoy por hoy se sabe que el componente principal de los detergentes es el surfactante y puede ser biodegradado, pero en un lapso muy largo es por esto por lo que muchas de las industrias dejaron de usar componentes que alarguen la vida útil de este, además que es un problema porque estimula el crecimiento de algas en ríos y lagos consumiendo el oxígeno del agua, provocando de esta manera la muerte de organismos vivos acuáticos.

De esta forma el presente trabajo contribuye a la solución principal del problema con la obtención de la saponina extraída de forma natural del fruto de choloque para la elaboración de detergentes, en donde se propone desarrollar un proceso para la ejecución de un nuevo producto de limpieza biodegradable de uso doméstico, con materia prima natural propia de la zona costera del Ecuador, que por estudios previos realizados posee varios beneficios y a la que se le puede dar uso para diferentes aplicaciones, como es el hecho de crear una formulación para detergente biodegradable económico, que cumpla con los requisitos de calidad conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN para que el producto sea comercializado y posteriormente utilizado.

El trabajo técnico de integración curricular consta de 4 capítulos, para lo cual en el Capítulo I se establece el diagnóstico e identificación del problema con previa justificación, además de indicar el objetivo general y específicos que darán alcance al proyecto. En el Capítulo II se detallan los antecedentes de investigación, fundamentos teóricos en base a temas conceptuales que engloben el tema general y las especificaciones sobre la materia prima a utilizar que sustentan el desarrollo del proyecto. En el Capítulo III se presenta el avance del proyecto con la descripción de la metodología y técnicas utilizadas para la obtención del extracto de saponina del fruto de choloque, además de establecer las variables y parámetros para cada una de las operaciones, al igual que los cálculos necesarios para el diseño de planta para el proceso de elaboración del detergente como producto final. En el Capítulo IV se muestra y se analizan los resultados de la caracterización fisicoquímica de la materia prima, la determinación de los parámetros físicos de la saponina extraída y la validación tanto técnica como económica del detergente biodegradable. Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones respecto a este proyecto.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

El jabón se conoce desde las culturas antiguas, y se ha utilizado para la higiene corporal y la vestimenta, al proceso químico para obtener jabón se llama saponificación de grasa o aceite, por lo que en el pasado era posible obtener jabón a partir de grasa y ceniza de plantas o animales (Hernández, 1959, pp.5-37). En 1907, una empresa alemana fabricó el primer detergente compuesto de perborato de sodio, silicato de sodio y carbonato de sodio al jabón tradicional, y años más tarde comenzó a sintetizarlo a partir del petróleo, pero estas sustancias a la larga contaminan el suelo debido a los residuos espumosos que deja el agua de lavado. Hoy, cuando decimos detergente, nos referimos a todo el espectro entre jabón y detergente, puesto que los jabones son en su mayoría biodegradables debido a la sustancia grasa y los aditivos caseros utilizados (Ramírez, 2006, pp. 1-6).

La biodegradabilidad de los detergentes domésticos varía ampliamente ya que depende de la estructura química de los ingredientes activos, los detergentes elaborados con sulfonatos de alquilbencenos lineales son biodegradables en condiciones aeróbicas pero resistentes en condiciones anaeróbicas; actualmente, los tensoactivos más utilizados en la producción de detergentes son los tensoactivos aniónicos (Russell & Delgado, 2012, pp. 137-144).

Hoy en día los productos de limpieza ecológicos son productos elaborados a partir de sustancias no dañinas para el medio ambiente o al menos lo más naturales posible. Los ingredientes que componen los productos de limpieza, para ser considerados ecológicos deben ser biodegradables. En cuanto a los últimos años las personas se han vuelto más eco-conscientes al usar productos biodegradables ya que representan una alternativa de consumo sustentable hacia los productos que contienen compuestos químicos no renovables, muchos de los cuales contaminan el agua y el aire y son perjudiciales para la salud. Además, muchos productos ecológicos están disponibles en envases reciclables, lo que minimiza los residuos y la contaminación (Quezada, 2021, pp. 24-26).

1.2. Planteamiento del problema

El uso de detergentes convencionales no biodegradables han causado problemas ambientales, como la eutrofización en los ecosistemas acuáticos debido a la exageración de fosfatos y nitratos que se incorporan en los diferentes detergentes, estos nutrientes provocan una explosión

vegetativa del fitoplancton ya que no son eliminados y llegan al medio acuático mediante las aguas residuales, estos compuestos nocivos también intervienen en los procesos de floculación y sedimentación en fases depuradoras que generan malos olores y el desequilibrio de pequeños ríos y fuentes de agua (Pacheco, 2015, pp. 23-25).

Los tensoactivos comerciales por su acción limpiadora necesitan de agentes derivados del petróleo que tienden a la disminución de la tensión de la capa superficial y la contaminación del agua (Prevor, 2013, p. 3). El uso indiscriminado de tensoactivos lo convierte en una fuente clave de contaminación, es por esto por lo que las diferentes investigaciones realizadas han intentado disminuir la degradación de dichos detergentes que se posicionan en el mercado, sin embargo, esto involucra altos costos de producción y materiales de calidad, pero en este caso los consumidores optan por productos buenos y económicos sin importar su influencia con el medio ambiente (Angulo, 2017, p.57).

El fruto del *Sapindus Saponaria L.* tiene su origen en la zona tropical del país, comúnmente es conocido como choloque o jaboncillo, el pericarpio de esta fruta es usado de forma artesanal para la generación de espumas. Esta fruta no cuenta con un estudio técnico adecuado para tratar de darle un valor agregado a la saponina obtenida por lo que este se da de forma endémica.

Según Usiña (2017, p.5), establece como alternativa natural la saponina del fruto de *Sapindus Saponaria L.* capaz de reemplazar a los tensoactivos sintéticos, ya que por su versatilidad y características permite ser usado en diferentes tipos de industrias cumpliendo con funciones como, la reducción de la tensión superficial, actividad emulsionante y como detergente amigable al ambiente.

1.3. Justificación del proyecto

La propuesta de nuevas técnicas para la elaboración de detergentes a base de componentes naturales con mínimo impacto ambiental fomenta una conciencia ambiental, sobre el uso de tensoactivos que perjudican al medioambiente. Mediante la transformación de saponinas obtenidas del fruto de *Sapindus Saponaria L.*, con características especiales tenderá a reducir en gran parte los daños causados en diferentes zonas más si este producto es empleado en hogares y a un nivel industrial en beneficio para factores bióticos y abióticos del ecosistema.

Es preciso formular un detergente biodegradable con compuestos derivados naturalmente que no afecten al medio ambiente y que en corto tiempo se degraden con facilidad, siendo este una contribución al desarrollo sostenible de toda una población. El uso del Choloque (*Sapindus*

Saponaria L.), por sus cualidades saponificantes, emulsionantes y medicinales, permite advertir que puede ser utilizado como un detergente biodegradable y en consecuencia ayudar a mitigar los daños ambientales (Aguirre, 2010, pp. 36-39).

Para lo cual se propone el diseño del proceso adecuado para la obtención de un tensoactivo biodegradable amigable con el ambiente, con dicho proceso se provee obtener un detergente que con su uso proteja las necesidades de las personas por las bondades que este posea. Y de igual forma al conseguir la materia prima naturalmente ayudará a diferentes entidades a optimizar recursos y generar un ingreso favorable y rentable al ser un proceso económico.

1.4. Línea base del proyecto

1.4.1. Localización del proyecto

El presente proyecto técnico será desarrollado en el laboratorio de Análisis Instrumental e Investigación pertenecientes a la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, que se encuentra ubicada en la Panamericana Sur km 1 ½.

Tabla 1-1: Ubicación y características geográficas de la ESPOCH

Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Altitud	2815 m.s.n.m.
Coordenadas	78°40'20'
Ubicación	Av. Panamericana Sur km 1 ½

Fuente: Google Maps, 2022.

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

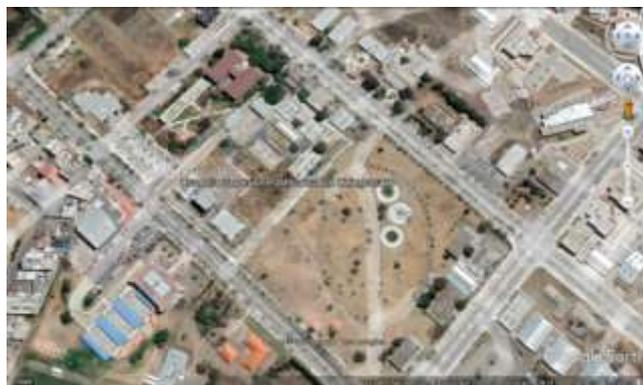


Figura 1-1: Localización geográfica de la Facultad de Ciencias ESPOCH

Fuente: Google Maps, 2022.

1.4.2. Beneficiarios directos e indirectos

1.4.2.1. Directos

- La población de Riobamba será el beneficiario directo ya que dicho proyecto está enfocado a un proceso industrial para la elaboración de detergentes biodegradables a partir de la saponina natural obtenida una fruta endémica de la zona tropical por sus buenos beneficios, ya que al ser un producto disminuirá la contaminación producida por los detergentes convencionales del mercado.
- Las personas abastecedoras de la materia prima, debido a la invención de este nuevo agente para la elaboración de detergentes, quienes podrán aprovecharlo y así incrementar sus ventas por su facilidad de acceso de dicho insumo.

1.4.2.2. Indirectos

Todos los consumidores quienes podrán disponer de nuevos detergentes a base natural que no se encuentra en el mercado por la composición de tensoactivos de una materia prima nueva, que además de cuidar el medio ambiente provee de buenos beneficios para el cuidado de nuestra piel dado que posee una esencia natural y nutrientes que aportan a la salud.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

- Diseñar un proceso industrial para la fabricación de detergente a partir de la saponina obtenida del fruto de Choloque (*Sapindus Saponaria L.*)

1.5.2. Específicos

- Realizar la caracterización fisicoquímica del fruto de Choloque (*Sapindus Saponaria L.*).
- Establecer las variables de diseño para el dimensionamiento del proceso industrial de elaboración de detergentes.
- Aplicar cálculos de ingeniería para el diseño del proceso de la obtención de detergente a nivel industrial.
- Validar técnica y económicamente el diseño del detergente mediante la caracterización fisicoquímica del producto final.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según (Amambal y Vega, 2017: p.2), a través de su investigación demuestran el efecto molusquicida de las saponinas triterpenoides liofilizadas extraídas a partir del pericarpio del *Sapindus Saponaria* L. “choloque” contra estos caracoles para interrumpir el ciclo biológico de la *Fasciola Hepática*.

Mediante el método de fraccionamiento en el sistema Soxhlet, donde se obtuvo una saponina cruda del fruto de *Sapindus Saponaria* L., que se liofilizó y luego se diluyó a varias concentraciones, y luego se confrontaron con caracoles del género *Linnensis* para determinar el efecto molusquicida de las saponinas triterpenoides. Los resultados de las pruebas mostraron que la eficacia de las saponinas liofilizadas fue estadísticamente significativa en el tiempo en comparación con los caracoles criados en condiciones de laboratorio, con un porcentaje del 100% que duró 48 horas.

Según Méndez (2016, p.20), realizó el estudio para la obtención de saponinas y su análisis como surfactantes, en el cual se utilizan diferentes tipos de solventes como: agua, metanol y etanol, por su disponibilidad y bajo costo, por lo que es deseable lograr la optimización de su extracción, tomando en cuenta las variables de evaluación como, tiempo y temperatura. Al obtener una mayor concentración de saponinas en el extracto se determinaron sus propiedades como tensioactivo y se comparó su eficacia con otros detergentes comerciales. El rendimiento total del extracto rico en saponinas fue del 20,78%, las saponinas extraídas de las semillas representaron el 11,04% y las saponinas extraídas de la cáscara representaron el 3,68%, en relación con el total de materias primas alimentadas en el proceso. La caracterización del extracto por análisis fitoquímico y la cuantificación de saponinas existentes por HCLC determinaron que la concentración de ácido oleonólico en la muestra óptima era del 6,57%.

Así mismo se realizaron estudios para determinar el pretratamiento y diseño de producción del extracto de saponinas del “jaboncillo de campo”, su trabajo se desarrolló en dos partes; en la primera se ejecutaron experimentos a partir de ensayos extractivos a nivel de laboratorio y con ello determinar los parámetros óptimos para las operaciones. Posteriormente procedieron al diseño de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso como son: la destilación al vacío, filtrado y secado, y en conjunto cada uno con su programación a escala piloto.

Además, desarrollaron diferentes pruebas y ensayos de hemólisis de glóbulos rojos y prueba de espuma para conocer la concentración de los productos finales obtenidos dando como resultado un rendimiento del 73,5% en saponinas respecto a la relación sólido/solvente 1, a una temperatura de 600°C en 30 minutos de extracción (Velásquez et al., 2021:pp.1-15).

Por otra parte (Burga y Sangay, 2018: p.9), compararon las concentraciones de saponinas entre los géneros *Chenopodium quinoa* “quinua” y *Saponaria* “choloque”, utilizando semillas de quinua amarilla común y frutos de choloque como muestras de estudio. La identificación de saponinas en ambas muestras se realizó por reacciones colorimétricas de Lieberman-Buchard y Salkowski y ensayo de α -naftol y formación de espuma, mientras que las concentraciones se cuantificaron por métodos asimétricos y espectrofotométricos. Con base en la respuesta colorimétrica y formación de espuma ensayada obtuvieron 4,1 cm para quinua y 6,8 cm para choloque, los resultados mostraron la presencia de saponinas en semillas de quinua y frutos de choloque, se cuantificó por espectrofotometría 0,55% para quinua y 0,91 % para choloque, porcentajes con diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto al análisis estadístico de T-Student. Esto los llevó a concluir que el fruto de la saponina “choloque” tiene una mayor concentración de saponinas que las semillas de la quinua “quinua”.

Según (Flechas et al., 2009: pp.1-12), hicieron una investigación sobre el desarrollo de tres productos del Jaboncillo (*Sapindus Saponaria* L.) como base para la industrialización a escala fitoquímica e industrial en plantas piloto. Para lo cual analizaron tres productos de la variedad *Sapindus* comúnmente conocido en Colombia como *Sapindus*, donde pretenden aprovechar y comercializar sus derivados en: petróleo, goma y saponinas triterpenoides. Durante la fase de laboratorio se evaluaron diferentes métodos de extracción, purificación y métodos correspondientes para análisis químico de tres orígenes de jaboncillo en Palmira, Valle y Viota. Según estudios de laboratorio, diseño de procesos de extracción y purificación en la planta piloto provista por Quinacol.Ltda, evaluaron la caracterización de los productos a través de resonancia magnética nuclear, cromatografía de gases con detector de ionización y espectroscopia. Como resultado, encontraron que la fruta madura de Santa María mostró mayores rendimientos de aceite y goma.

El producto obtenido en la etapa piloto, el porcentaje de ácidos grasos insaturados en el aceite resultó alto, y la goma muestra una alta capacidad espesante en solución acuosa. Del fruto de esta especie se pueden comercializar aceites y gomas, ya que su composición y propiedades se ajustan a los principales parámetros de comercialización, siendo necesario realizar un estudio de prefactibilidad industrial.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. Fruto de Choloque

El *Sapindus Saponaria L.* conocido comúnmente como choloque es de tipo endémico que se desarrolla en la zona tropical del país, esta especie puede crecer hasta 15 m de altura; los frutos son de característica amarillenta y traslucida en cuyo interior se encuentra la semilla de textura lisa y muy resistente.

Todos los árboles del género *Sapindus Saponaria* contienen en el pericarpio de su fruto una sustancia pegajosa conocida como saponina que se comporta como detergente al ser sometido a procesos extractivos. Esta saponina al entrar en contacto con el agua se disuelve y produce una solución espumosa con un olor agradable lista para ser usada como detergente de tipo biodegradable amigable con el ambiente (Melgarejo, 2020, p.11).

Esta especie contiene sustancias que podemos estudiar por su potencial a nivel industrial, el compuesto más importante que se extrae de este fruto es la saponina, usado como componente en los detergentes para reducir uno de los contaminantes más importantes, como es el uso de detergentes no biodegradables (Alarcon, 2016, pp.1-15).



Figura 1-2: Fruto de Choloque

Realizado por: Usiña Katherine, 2017.

Según (Sánchez y Silva, 2008: p.11), menciona que de las semillas del choloque se extrae un tipo de aceite comestible con un rendimiento al 5.6%, además de contener omega 3,6, y 9 que refieren a un aceite saludable; mientras que de su pulpa se extrae una goma con un rendimiento al 45%, con alto contenido de taninos que no es aceptado para la industria alimentaria, pero si puede ser usado para la fabricación de pinturas, fertilizantes y detergentes.

2.2.2. Saponinas

Las saponinas son metabolitos secundarios que constituyen una gran familia de compuestos estructuralmente constituidos por un anillo terpenoide o esteroidal, conocidos como aglicona o sapogenina, sustituidos por oligosacáridos a través de enlaces glucosídicos que les confieren un carácter anfifílico (Ahumada et al., 2016: pp.4-6).

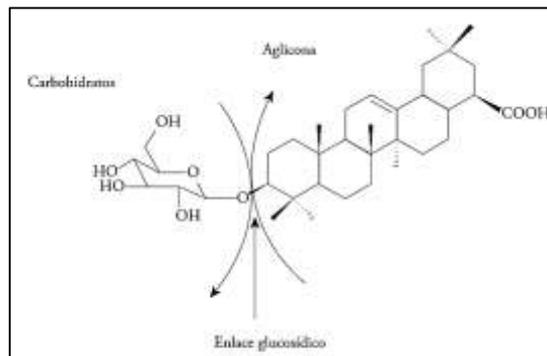


Figura 2-2: Estructura de la Saponina

Realizado por: (Ahumada et al., 2016).

Las saponinas también tienen una alta actividad superficial debido a la combinación estructural de grupos polares como, azúcares y grupos no polares como los esteroides o triterpenos, estas son propiedades que las hace útiles como detergentes naturales y estabilizantes en productos de limpieza y cosméticos (Ahumada et al., 2016: pp.4-6).

Su principal característica es que al contacto con el agua produce una espuma con buenas propiedades. Además, las saponinas tienen la capacidad de aumentar la permeabilidad de la pared celular y destruir los glóbulos rojos por hemólisis. Las espumas formadas por saponinas reducen la tensión superficial del agua, es decir, son tensioactivos naturales (Elsiever, 2001: parr.1).

2.2.3. Agentes tensioactivos

Un tensioactivo es un compuesto que cuando se disuelve en agua u otros disolventes, se orienta hacia la interfase entre un líquido y una fase sólida, líquida o gaseosa, cambiando así las propiedades de la interfase. Los tensioactivos tienen dos regiones distintas de estructura química, uno de estos es hidrofóbico que tiene afinidad por disolventes orgánicos o polares, y corresponde a cadenas hidrocarbonadas de tipo alquilo o alquilbenceno de longitud variable.

Otra opción es la fracción hidrofílica, que se caracteriza por su atractivo para los solventes polares, especialmente el agua, que puede formarse a partir de átomos de oxígeno, azufre, ácido fosfórico

o nitrógeno incluye grupos funcionales como alcoholes, tioles, éteres, ésteres, fosfóricos. ácidos, etc (Cogollo et al., 2008: p.73). La actividad de los tensoactivos comúnmente se relaciona con cambios de la tensión superficial de los líquidos. Los gradientes de tensión superficial, debido a la presencia de moléculas de un tensoactivo en las interfases aire-agua o aceite-agua, son determinados mediante tensómetros (Cameotra, 1998, pp.48-52). Estos agentes tensoactivos se clasifican en los siguientes cuatro grupos:

Tabla 1-2: Clasificación de los agentes tensoactivos

Grupo	Ejemplos
Aniónicos	Ácidos carboxílicos saturados Alquil aril sulfonatos Alquil sulfonatos
Catiónicos	Sales de amonio cuaternario Alquil imidazolinas Aminas etoxiladas
No iónicos	Alcoholes grasos etoxilados Alcoholes: alcoholes primarios con cadenas de 8 a 18 °C
Anfóteros	Acil-aminoácidos y derivados N-alkil-aminoácidos

Fuente: (Pérez E; y Barrera P. 2018)

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

2.2.4. Detergentes

Los detergentes son surfactantes sintéticos que en solución tienden a disminuir el ángulo de contacto que existe entre dos fases y con esto afecta la tensión superficial del agua para lograr el efecto de limpieza (Alcántara, 2016, pp. 12-15). Su composición se basa en la utilización de agentes tensoactivos que son los encargados de reducir la tensión superficial entre dos superficies, de manera de que el agua tenga la capacidad de penetrar con mayor facilidad las prendas. Estos compuestos resultan ser un agravante al medio ambiente por su difícil degradación por medio de acción bacteriana.

2.2.4.1. Tipos de detergentes

Según (Pérez y Barrera, 2018), los agentes detergentes se clasifican en:

- **Detergentes alcalinos:** Los detergentes alcalinos son sustancias con un pH entre 8 y 14, y algunos detergentes se saponifican con grasas. En este caso, el tipo y la cantidad de componentes alcalinos determinarán su alcalinidad y su contribución al proceso de limpieza.
- **Detergentes ácidos:** Los detergentes ácidos con un pH inferior a 7 son adecuados para eliminar incrustaciones calcáreas y depósitos inorgánicos como residuo de calcio u óxido. Al alternar limpiadores ácidos con limpiadores alcalinos, puede eliminar olores desagradables, prevenir la resistencia microbiana y reducir la carga microbiana.
- **Detergentes neutros:** Los detergentes neutros son usados para la limpieza de superficies lisas y empleados en la formulación de jabones de manos.

2.2.5. *Detergente líquido*

Este tipo de detergente se utiliza como alternativa al jabón, es un producto que presenta una mejora con relación al jabón en términos de poder tenso- activo. La ventaja de este tipo de detergente es la amplia solubilidad de sales de magnesio y calcio en aguas duras, se puede usar también en aguas acidas, y sigue manteniendo su poder espumante como detergente, su uso especialmente va dirigido al lavado de cocina y telas que sean delicadas. Éstos detergentes se venden más en presentaciones de soluciones diluidas; para aplicaciones como el lavado de ropa, lavaplatos, lavamanos, entre otros (Villalba, 1990, parr.1).

2.2.5.1. *Composición del detergente líquido*

Los detergentes líquidos pueden incluir todos los ingredientes de los detergentes convencionales para lograr el mismo rendimiento. Sin embargo, en la formulación de detergentes líquidos cobra mayor importancia la solubilidad de sus componentes, así como su estabilidad. Asimismo, la aplicación del detergente es crucial la formulación o la combinación de sus ingredientes, ya que entre los diversos detergentes disponibles actualmente en el mercado hay detergentes para ropa pesada o ligera, regular o delicada (Gonzales y Quijano, 2009: p.16).

Debido a cada una de estas propiedades, las formulaciones requieren componentes específicos y condiciones de la mezcla, así como buenos componentes que contribuyen a la apariencia del producto final. En común los detergentes líquidos tienen los siguientes componentes:

- Surfactantes/Tensoactivos
- Hidrótopos
- Agentes constituyentes
- Estabilizadores de pH

- Enzimas
- Agentes blanqueadores
- Reguladores de espuma
- Ingredientes como: colorantes, aromatizantes, etc.
- Agua

2.2.5.2. Detergentes biodegradables

Los detergentes comúnmente presentan el inconveniente que, al ser usados en aguas duras tienden a formar sales junto a los cationes de los metales. Esto da lugar a la formación de una emulsión que neutraliza su acción. Estas emulsiones pueden ser insolubles, de forma que se van acumulándose como precipitados, al ser usado de forma excesiva precipita en forma de sales cálcicas de los ácidos grasos, lo que provoca un arrastramiento y por ende también la parte de la suciedad no soluble, todas formando emulsiones.

La biodegradación es un proceso donde intervienen bacterias que están presentes. De esta forma un compuesto químico orgánico experimenta una biodegradación y se transforma en un sustituto inorgánico y sus efectos se reducen en su totalidad del medio ambiente. La biodegradación incluye los procesos realizados por agentes microbiológicos medioambientales que transforman la materia orgánica compleja en compuestos más simples. Estos compuestos son capaces de ser usados otra vez como alimento y para generar energía, además pueden ser transformados en material inorgánico al ser sometidos a diferentes procesos químicos (Maldonado, 2015; parr.1).

2.2.5.3. Importancia de los detergentes biodegradables

La tendencia mundial del uso de detergentes biodegradables ha ido incrementando en las últimas décadas dentro de la química verde la se enfoca en la síntesis de nuevas sustancias químicas que tienen como objetivo realizar investigaciones más amigables con la salud y el medio ambiente. Las políticas de control del uso de detergentes, en nuestro país no son nulas, más aún cuando los productos pertenecientes a la primera línea de limpieza contienen fosfatos que llegan a ser contaminantes y a generar problemas ambientales.

La necesidad de cuidar el medio ambiente es tan importante que se debe realizar investigaciones que promuevan la utilización de productos biodegradables, como detergentes y jabones en general, lo cual recae en el uso racional de los detergentes. De esta forma mitigando los riesgos

que implican el empleo de los detergentes comunes que van contaminando el ambiente, perjudicando la fauna y flora con daños irreparables (García, 2016, pp. 3).

2.2.6. *Técnicas de obtención para la saponina*

Actualmente, se puede demostrar de forma experimental la presencia de saponinas en la mayoría de las plantas, sin embargo, no hay estudios comprobados y la información de la que se dispone es escasa para un estudio específico para extraer saponinas de origen natural que no han sido identificadas, ni caracterizadas bajo un nivel para uso industrial. Para lo cual se describen algunas alternativas para la extracción de saponinas:

- **Rotaevaporador:** Es un equipo capaz de extraer compuestos de una manera más eficiente que los sistemas ordinarios de destilación-condensación, donde se usa para separar los solventes de las muestras por destilación. Esto se hace calentando la sustancia y usando la diferencia en el punto de ebullición para separar todos sus componentes (Agudelo, 2021, parr.3).



Figura 3-2: Equipo rotaevaporador

Realizado por: FisherScientific, 2022.

- **Equipo de Soxhlet:** Es una técnica continua de separación sólido-líquido que utiliza un solvente seguido de evaporación y pesaje final del residuo. También se utiliza para determinar el contenido de grasa en muestras de diferentes propiedades (Jaimes et al., 2019: pp.1-4).



Figura 4-2: Equipo Soxhlet

Realizado por: FisherScientific, 2022.

- **Destilación simple:** Es un proceso que implica la separación de uno o varios componentes de una mezcla líquida cuyos puntos de ebullición difieren entre 25°C y menos de 150°C. Una vez que se establece el equilibrio líquido-vapor, se condensa en las paredes del matraz por efecto de enfriamiento debido a las tuberías de refrigerante que forman parte del equipo en esta operación (Ninasunta y Cruz, 2014: pp.57-61).

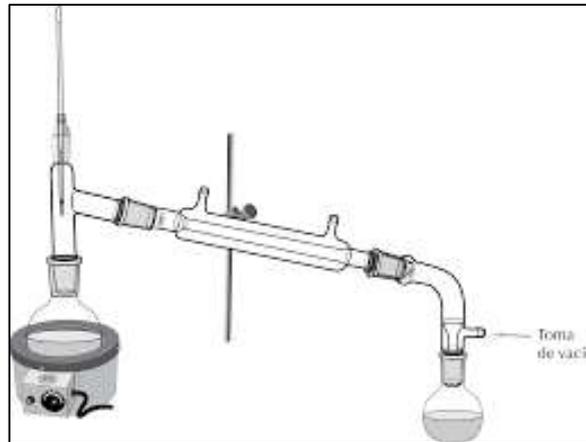


Figura 5-2: Equipo destilador simple

Realizado por: De Química, 2022.

2.2.7. Operaciones unitarias del proceso

Las operaciones unitarias se entienden que son procesos químicos que buscan modificar la composición de la materia mediante procesos tanto físicos y químicos (Cabrera, 2007, pp.14-15).

Para el proceso de la elaboración de detergentes a base de la saponina extraída de la fruta del choloque se realizarán las siguientes operaciones unitarias:

- **Secado:**

Es una operación unitaria de separación única que elimina por evaporación el agua u otros compuestos volátiles del que se obtiene un producto sólido, y se opera por diferentes motivos asociados al proceso, para mantener y prolongar la vida útil de productos y alimentos (Vargas et al., 2004: pp.41-45).



Figura 6-2: Secador de bandejas

Realizado por: Direct Industry, 2022.

- **Molienda:**

Es una operación unitaria que consiste en reducir el tamaño de un sólido, aplicando presión mecánica para romper o cortar en fragmentos más pequeños los materiales sin cambiar su composición química (Samaniego y Estrada, 2012: p.19).



Figura 7-2: Molino de rodillos

Realizado por: Casa Industrial, 2020.

- **Maceración:**

Es un proceso que conlleva poner el material crudo en contacto con un solvente en envases cerrados, a una temperatura adecuada durante cierto tiempo controlando las condiciones, para una vez obtenido el extracto se lo filtra y la torta sólida es lavada con el mismo solvente para recuperar el extracto retenido (Tituaña, 2013, p.14).



Figura 8-2: Tanque macerador

Realizado por: InoxiMexico, 2018.

- **Filtración:**

El proceso de filtración es una operación de separación sólido-líquido, donde las partículas sólidas se separan mediante medios filtrantes. Es un excelente proceso de filtración donde la torta de filtración formada crece y debe ser removida o eliminada de vez en cuando (Salcedo y Font, 2011: pp.14-15).



Figura 9-2: Filtro prensa

Realizado por: Gedar, 2022.

- **Destilación:**

La destilación es una operación unitaria que se caracteriza en la separación de dos o más componentes de una mezcla líquida solubles entre sí, aprovechando la diferencia de volatilidad de los componentes a una temperatura y presión particulares para cada procedimiento (Montoya, 2012, p.2).



Figura 10-2: Destilador industrial

Realizado por: InoxiMexico, 2018.

- **Homogenización:**

Es un proceso que consiste en la mezcla de varios componentes para la elaboración de un producto, a través de medios físicos para obtener un producto final uniforme.



Figura 11-2: Agitador

Realizado por: InoxiMexico, 2011.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ingeniería del proyecto

A continuación, se describen los pasos específicos para el correcto desarrollo del proyecto técnico.

3.1.1. Tipo de estudio

El presente proyecto del diseño de un proceso industrial para la fabricación de detergentes a partir de la saponina obtenida del fruto de choloque es de tipo técnico, el cual está relacionado en base a investigaciones y experimentaciones teórico y práctico, definiendo las variables y cada una de las operaciones unitarias que intervienen en el proceso para la obtención del tensoactivo a base natural y llevarlo hasta el producto final.

3.1.1.1. Estudio experimental

Para la obtención de saponina del fruto de choloque se necesita un control de cada uno de los procesos y operaciones que se requiere para llevarse a cabo el proyecto como secado, molienda, macerado, filtrado, destilado y cristalización, hasta conseguir un buen rendimiento y eficiencia de dicho proceso. Para llevar a cabo la extracción de saponina con propiedades biodegradables se requiere realizar experimentaciones empleando muestras modelo a nivel de laboratorio, seguido de un diseño experimental aplicando la metodología para la obtención de datos.

3.2. Métodos y técnicas

3.2.1. Métodos

Los métodos que se tomaron en cuenta para la elaboración de este proyecto son el deductivo, inductivo y experimental, los mismos que servirán para proporcionar datos e información para la realización del proceso, así como establecer las operaciones unitarias necesarias y las condiciones factibles para cada una de las etapas del proceso.

- **Método Deductivo:**

Para este método se aplica los conocimientos para la aplicación del diseño industrial para la fabricación de detergentes a base de la saponina natural, que partirán de la experimentación y diferentes ensayos a nivel de laboratorio. Para llevar a cabo la fabricación de detergentes se deben obtener variables, parámetros y operaciones que sean necesarias para la ejecución del proceso de producción.

- **Método Inductivo:**

A través de este método se busca conocer y adecuar los distintos procesos a uno industrial para la elaboración de detergentes a partir de la saponina obtenida naturalmente, para lo cual se da comienzo a partir de la selección de materia prima adecuada (fruto de choloque) para la debida caracterización fisicoquímica que establece un producto con parámetros de calidad.

- **Método Experimental:**

En este método se utilizan equipos y diferentes instrumentos adecuados para la obtención del tensoactivo natural. El producto final debe cumplir con los requerimientos de la norma NTE INEN 847:2015-07, Agentes tensoactivos, detergente líquido de uso doméstico, requisitos.

3.2.2. Técnicas

Para la caracterización de la materia prima (fruto de choloque) no existe una norma específica, para lo cual, se basó en las características encontradas bibliográficamente de estudios similares y análisis realizados a la materia prima de la quinua. Las técnicas fisicoquímicas aplicadas a la materia prima del fruto de choloque se realizaron en las instalaciones de la ESPOCH, así como los análisis físicos de la saponina obtenida para la elaboración de jabón líquido. Todas las técnicas y guías aplicadas permitirán validar los datos obtenidos con los parámetros de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 847:2015-07, Agentes tensoactivos, detergente líquido de uso doméstico, requisitos.

3.2.2.1. Técnicas para la caracterización fisicoquímica de la materia prima

Las principales técnicas para la caracterización del fruto del choloque se detallan a continuación:

➤ *Determinación de la humedad*

Tabla 1-3: Determinación de la humedad

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
<p>Determinación de la pérdida de masa por una determinada cantidad de muestra que es sometida a una temperatura determinada.</p>	<p>Termobalanza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo y calibrarlo. - Escoger el criterio 3 perfil de secado suave, para la determinación de humedad a una temperatura de 75°C. - Colocar el plato de pruebas ajustado al soporte del platillo y cerrar la cámara de secado hasta tarar. - Colocar en el plato de pruebas una muestra aproximada de 1 gramo de la materia prima a medir la humedad. - Cerrar la cámara de secado y esperar a la alarma para tomar los datos. - Sacar el plato con la muestra y colocarla en el desecador. 	$H = \frac{m_o}{m_s} \times 100$ <p>Dónde: <i>H = humedad en porcentaje de masa</i> <i>n_o = masa de agua libre en g.</i> <i>m_s = masa de la muestra en g.</i></p>

Fuente: Guía del laboratorio de investigación, 2022

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

➤ *Determinación de cenizas*

Tabla 2-3: Determinación de cenizas

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
<p>Se dispone por la diferencia de peso al calcinar por completo una muestra determinada en la mufla a una temperatura elevada.</p>	<p>Mufla</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar y secar el crisol en la estufa por 30 minutos y se los pasa a la mufla por 4 horas a 450°C. - Enfriar en el desecador y pesar usando la pinza del crisol para no interferir en la medición. - Colocar por 1 hora más en la mufla, se enfría en el desecador y se procede a pesar. - Ingresar por 1 hora más en la mufla y luego secar en el desecador, pesar y anotar los datos. - Si los dos últimos pesos son iguales se considera tarado al crisol y se obtiene el peso del material vació. - Pesar en el crisol aproximadamente 1,03 gramos de la muestra a calcinar. - Ingresar el crisol con la muestra en la mufla a 200°C. - Ir subiendo 100°C por hora hasta alcanzar la temperatura de 550°C. 	$C = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times 100$ <p>Dónde: <i>C = contenido de ceniza</i> <i>m₂ = masa del crisol con ceniza en g.</i> <i>m₁ = masa del crisol tarado en g.</i> <i>m = masa de la muestra en g.</i></p>

Fuente: Guía del laboratorio de investigación, 2022

		<ul style="list-style-type: none">- Dejar por 4 horas reposar el crisol con la muestra dentro de la mufla.- Sacar y dejar enfriar en el desecador y pesar.- Ingresar por 1 hora más el crisol con la muestra a la mufla.- Sacar nuevamente y dejar enfriar el crisol en el desecador para pesarlo.- Por una hora más metemos el crisol con la muestra en la mufla.- Dejar enfriar en el desecador y pesamos hasta que los dos últimos pesos sean iguales y constantes.	
--	--	---	--

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

➤ *Determinación de grasa*

Tabla 3-3: Determinación de grasa

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
Se determina el método para la obtención del contenido de grasa o extracto en muestras de origen vegetal u orgánicas.	Equipo Soxhlet Estufa	<ul style="list-style-type: none"> - Lavar el balón del Soxhlet y secarlo en la estufa calentada a 150°C, por dos horas. - Transferir el balón al desecador y pesar cuando este a temperatura ambiente. - Pesar aproximadamente 5 g. de la muestra triturada y colocar en un dedal de papel. - Introducir el dedal con la muestra en el sifón y colocar 100 ml de hexano. - Finalizada la extracción recuperar el disolvente por destilación en el mismo aparato y eliminar los restos de disolvente a baño maría. - Colocar el balón con grasa en la estufa a 100°C por 30 minutos y enfriar en el desecador hasta temperatura ambiente y pesar. - Repetir el calentamiento por períodos, enfriando y pesando el balón hasta que la diferencia entre resultados no varíe. 	$G = \frac{[(m_b + m_s) - m_v]}{m} \times 100$ <p>Dónde: <i>G = contenido de grasa</i> <i>m = masa de la muestra seca en g.</i> <i>m_b = masa final del balón en g.</i> <i>m_s = masa de la grasa seca en g.</i> <i>m_v = masa del balón vacío en g.</i></p>

Fuente: Guía del laboratorio de investigación, 2022

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

➤ *Determinación de fibra*

Tabla 4-3: Determinación de fibra

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
<p>Se determina el método para la obtención del contenido de fibra cruda en muestras de origen vegetal u orgánicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo Dosi-Fiber • Bomba al vacío • Estufa • Mufla 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar con precisión de ± 1 mg de 1 a 1.5 g de muestra seca desengrasada en un crisol poroso. - Introducir el crisol poroso en el Dosi-Fiber. - Cerrar las válvulas del equipo y añadir 150 ml de H_2SO_4 al 96% caliente en la columna del Dosi-Fiber. - Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras a una potencia del 90 %. - Esperar a que hierva y reducir la potencia al 30 % y dejar hervir durante el tiempo de extracción de 1 hora. - Abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvulas en posición y con la bomba al vacío conectada absorbemos el reactivo, se lava con agua destilada y se filtrar por 3 veces. 	$Fiber = \frac{(W_1 - W_2)}{W_\sigma} \times 100$ <p>Dónde: <i>F = contenido de fibra cruda</i> <i>W₁ = masa del crisol poroso con muestra seca en g.</i> <i>W₂ = masa del crisol poroso con de muestra después de ser incinerada en g.</i> <i>W σ = masa de la muestra desengrasada y seca en g.</i></p>

		<ul style="list-style-type: none">- Repetir los pasos anteriores usando KOH.- Lavar con agua destilada y filtrar por 3 veces.- Poner la muestra a secar en la estufa a 150°C durante 1 hora y dejar enfriar en el desecador.- Pesar con una precisión de $\pm 0,1$ mg la muestra- Incinerar la muestra del crisol poroso en la mufla a 500°C durante un mínimo de 3 horas.- Dejar enfriar en el desecador y pesar el crisol con una precisión de $\pm 0,1$ mg.	
--	--	---	--

Fuente: Guía del laboratorio de investigación, 2022

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

➤ *Determinación de proteína*

Tabla 5-3: Determinación de proteína

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
<p>Se determina el método para el contenido de proteína total, mineralizando la muestra por vía húmeda y alcalinizarla con una solución de NaOH.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mineralizador • Destilador Kjeldahl 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar una muestra aproximada de 0,5 g e introducir a un matraz de mineralización. - Añadir 15 g de sulfato potásico, 0,4 g de catalizador de óxido de cobre, 1,2 g de sulfato cúprico, 10 cm³ de ácido sulfúrico e introducir núcleos de ebullición. - Calentar el matraz agitando frecuentemente hasta la carbonización de la masa y desaparición de espuma. - Cuando la solución aparece incolora y transparente, mantener la ebullición por una hora en presencia del catalizador de cobre. 	$PT = \frac{1,4 \times 6,25 \times (V \times N' \times V' \times N)}{m}$ <p>Dónde: <i>PT = contenido de proteína total</i> <i>V = volumen en cm³ de ácido sulfúrico introducido</i> <i>N = normalidad de la solución de ácido sulfúrico</i> <i>N' = normalidad de la solución NaOH</i> <i>V' = volumen en cm³ de NaOH consumido</i> <i>m = masa de la muestra en g</i></p>

Fuente: NTE INEN 1670, 1988

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

➤ *Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso*

Tabla 6-3: Determinación del contenido de saponinas

Fundamento	Equipos	Procedimiento	Cálculo
<p>Se determina el método de ensayo para la obtención del contenido de saponinas por medio de la disolución de la muestra en agua.</p>	<p>Balanza analítica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pesar 0,5 g de muestra triturada en un tubo de ensayo. - Añadir 5,0 cm³ de agua destilada y tapan el tubo de ensayo. - Poner en marcha el cronometro y sacudir fuertemente el tubo durante 30 segundos. - Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, sacudirlo otra vez durante 30 segundos. - Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos. - Dar al tubo una última sacudida fuerte. - Dejar el tubo en reposo durante 5 minutos, luego medir la altura de espuma con aproximación al 0,1 cm. 	$P_s = \frac{(0,646 \times h) - 0,104}{m \times 10}$ <p>Dónde: <i>P_s</i> = contenido de saponinas <i>h</i> = altura de la espuma en cm. <i>m</i> = masa de la muestra en g.</p>

Fuente: NTE INEN 1672, 2013

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

3.2.2.2. Técnicas para la caracterización de la saponina obtenida

Las técnicas de aplicación para la caracterización de la saponina obtenida del fruto del choloque se detallan a continuación:

Tabla 7-3: Determinación de parámetros físicos para la saponina

Parámetros	Equipo	Procedimiento
pH	Potenciómetro	<ul style="list-style-type: none"> - Calibrar la sonda del potenciómetro con la solución patrón y esperar a que se estabilice. - Tomar una muestra de la saponina y colocar en un vaso de precipitación de 50 ml. - Colocar el electrodo dentro del vaso de precipitación con la muestra, tomando en cuenta que no se toque las paredes del vaso de precipitación. - Leer el valor que muestra el potenciómetro al detenerse. - Limpiar la sonda del medidor con agua destilada.
Densidad	Balón aforado de 25 ml Termómetro Balanza analítica	<ul style="list-style-type: none"> - Encender la balanza analítica y tarar. - Pesar el balón aforado vacío. - Pesar el balón aforado con agua destilada y luego pesarlo con la muestra de la saponina. - Tomar nota de los valores que se muestran en la balanza. $\rho = \frac{P_1 - P_2}{V_p}$ <p>Dónde: $\rho = \text{densidad (g/mL)}$ $P_1 = \text{peso del balón aforado vacío (g)}$</p>

		P_2 = peso balón aforado con saponina (g) V_p = volumen del balón aforado (mL)
Viscosidad	Viscosímetro rotacional	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar una muestra de la saponina en un vaso de precipitación de 100 ml. - Colocar el rotor del viscosímetro sobre la muestra en el vaso de precipitación a una velocidad de 0,50 y 100 rpm. - Observar y tomar nota de los datos obtenidos.
° Brix	Refractómetro	<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo y calibrar colocando agua destilada en el lente del equipo. - Iniciar calibración y medición. - Limpiar y colocar una gota de la muestra de la saponina a medir. - Tomar nota de los datos obtenidos.
Índice de refracción	Refractómetro	<ul style="list-style-type: none"> - Encender el equipo y calibrar colocando agua destilada en el lente del equipo. - Limpiar y colocar una gota de la muestra de la saponina a medir. - Tomar nota de los datos obtenidos.

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

3.2.2.3. Requisitos para la caracterización fisicoquímica del detergente

Tabla 8-3: Requisitos fisicoquímicos del detergente líquido de uso doméstico

Requisitos	Simple		Concentrado		Combinado		Método de ensayo
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	
Materia activa valorable, % ^a	10	---	20	---	10	---	NTE INEN 833

Materia grasa total, % ^a	---	---	---	---	3	---	NTE INEN 823
Alcalinidad libre como NaOH, % ^a	---	0,5	---	0,5	---	0,5	NTE INEN 821
Material insoluble en agua ^b , % ^a	---	1,5	---	1,5	---	1,5	NTE INEN 816
P ₂ O ₅ , % ^a	---	10	---	10	---	10	NTE INEN 830
pH ^c	---	11	---	11	---	11	NTE INEN-ISO 4316
Biodegradabilidad del tensoactivo, % ^a	90	---	90	---	90	---	ASTM D2667
^a % Corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje. ^b Este valor puede ser superior siempre y cuando el componente que lo origina tenga un propósito determinado y sea segura para la piel. ^c Solución al 1%.							

Fuente: NTE INEN 847, 2015

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.3. Procedimiento a nivel de laboratorio

A continuación, se detalla la descripción del proceso para la obtención de la saponina a base del fruto del choloque en cada una de sus etapas.

3.3.1. Descripción del procedimiento

3.3.1.1. Obtención de saponina del fruto de choloque con alcohol etílico al 70 % de pureza

Para los diferentes experimentos de la saponina se utilizó los siguientes equipos y materiales a nivel de laboratorio:

Sustancias y Reactivos:

- Agua destilada
- Alcohol etílico al 70% de pureza
- Frutos de choloque

Equipos y Materiales:

- Balanza analítica
- Estufa con recirculación
- Rotavapor
- Compresor
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Embudo Buchner
- Kitasato
- Mortero con pistilo
- Papel filtro
- Envases ámbar

Procedimiento:

Materia prima

Para la selección del fruto del choloque para la obtención de la saponina, se adquirió la materia prima de San Clemente-Manabí de una cosecha de árboles nativos del lugar. Se recibió una cantidad de 2 kilos a la cual hay que limpiarla y sacarle la semilla para usar solo el pericarpio de este.



Figura 1-3: Frutos de choloque

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Pesado

Con la ayuda de una balanza analítica se procede a pesar la cáscara de choloque para luego realizar el secado.



Figura 2-3: Pesaje

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Secado

Haciendo uso de estufa con recirculación se procede a secar las cáscaras de choloque a condiciones de temperatura de 75°C aproximadamente por 24 horas, hasta que la materia prima esta seca por completo y de un color o marrón oscuro.



Figura 1-3: Secado del pericarpio

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Triturado

Las cáscaras secas de choloque proceden a ser trituradas con en un mortero con pistilo, con el fin de romper el pericarpio hasta reducir su tamaño y obtener un residuo pulverizado.



Fotografía 2-3: Triturado

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Macerado

De la cantidad de cáscara de choloque pulverizada se pesa 500 gramos y se coloca en un envase ámbar. Con la ayuda de una probeta medir 500 ml de alcohol etílico al 70 % de pureza e introducir dentro del envase con la muestra de la cáscara de choloque. Agitar vigorosamente y dejar macerar por 48 horas al medio ambiente.



Figura 3-3: Macerado con alcohol etílico 70%

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Filtración

Finalizado el proceso de maceración se arma el equipo de filtración al vacío y se filtra el extracto alcohólico. Luego se deja macerar por 24 horas más el residuo filtrado con 700 ml de alcohol

etílico, pasado este tiempo filtramos una vez más y se reúnen los extractos alcohólicos en un envase esterilizado.



Figura 4-3: Filtración al vacío

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Destilación

En esta etapa se concentra a sequedad el extracto alcohólico filtrado anteriormente para lo cual se usa el rotavapor a condiciones de temperatura de 45°C, luego se coloca el extracto en el matraz evaporador y se enciende el baño maría para su respectivo proceso hasta obtener un residuo siruposo y extraer el alcoholetílico. Finalizado el proceso medimos su volumen y se coloca en un envase estéril etiquetado.



Figura 5-3: Destilación

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

3.3.1.2. Obtención de saponina del fruto de choloque con cloroformo

Sustancias y Reactivos:

- Agua destilada
- Cloroformo
- Frutos de choloque

Equipos y Materiales:

- Balanza analítica
- Estufa con recirculación
- Equipo de Soxhlet
- Reverbero
- Compresor
- Vasos de precipitación
- Probeta
- Balón del Soxhlet
- Embudo Buchner
- Kitasato
- Mortero con pistilo
- Papel filtro
- Envases ámbar

Procedimiento:

Pesado

De la cáscara de choloque seca y pulverizada restante usado en el procedimiento anterior se pesa otros 400 gramos y se coloca en un envase ámbar.



Figura 6-3: Pesaje

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Macerado

Se mide en una probeta 500 ml de cloroformo y usando la cabina de extracción se coloca el cloroformo en el envase con la muestra de choloque, agitar vigorosamente. Se deja macerar por 72 horas al medio ambiente.



Figura 7-3: Macerado con cloroformo

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Filtración

Una vez finalizado el proceso de maceración se arma el equipo de filtración al vacío y se filtra el extracto clorofórmico y se reserva. El residuo vegetal filtrado se procede a secar en una estufa a 35°C por 24 horas.



Figura 8-3: Filtración del extracto clorofórmico

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Extracción

Se arma el equipo de Soxhlet y se calienta a condiciones de temperatura de 45°C, enseguida se coloca una parte del residuo vegetal seco en un dedal de papel y se introduce en el sifón, seguidamente se mide 200 ml de alcohol etílico al 70% de pureza en una probeta y se coloca en el Soxhlet. Se extrae el residuo hasta agotamiento. Este procedimiento se lo realiza por 3 veces más hasta terminar con todo el residuo vegetal extraído con alcohol etílico, cada extracción se realiza con 200 ml de alcohol. Culminada la extracción y obtenido 800 ml de extracto alcohólico se reserva.



Figura 9-3: Extracción en Soxhlet

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

Destilación

Con la ayuda del rotavapor a condiciones de temperatura de 50°C se coloca el extracto obtenido anteriormente en el matraz evaporador a baño maría y se procede a concentrar a sequedad el hasta

obtener un líquido siruposo. Finalizado el proceso se mide el volumen y se coloca en un envase estéril etiquetado.



Figura 10-3: Destilación

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022

3.3.1.3. Obtención del detergente líquido

Sustancias y Reactivos:

- Agua destilada
- Saponina de choloque
- Vinagre
- Texapon
- Bicarbonato de sodio
- Conservante
- Aromatizante
- Colorante

Materiales y Equipos:

- Balanza analítica
- Varilla de agitación
- Vasos de precipitación
- Envases de 200 ml

Procedimiento:

- Colocar en un vaso de precipitación el texano y agitar vigorosamente con la varilla durante 20 minutos.
- Añadir la saponina del choloque obtenida sobre el texano y continuar agitando durante 10 minutos más.
- Aforar a 500 ml con agua destilada.
- Añadir el vinagre, bicarbonato, conservante, color y aromatizante al gusto y seguir agitando.
- Realizar el envasado del detergente en recipientes estériles y etiquetarlos.

3.4. Procedimiento a nivel industrial

3.4.1. Variables del proceso

Las variables que interviene directamente en el proceso de elaboración de detergentes a partir de la saponina obtenida del fruto del choloque se detallan a continuación:

- **Concentración de alcohol:** en esta etapa es importante controlar la concentración del alcohol en la obtención de la saponina ya que al no separar por completo el alcohol del extracto no se obtendrá un buen rendimiento del líquido siruposo a la hora de mezclar con los demás componentes para la elaboración del detergente.
- **Temperatura de secado:** para esta etapa se toma en cuenta las condiciones de temperatura adecuadas a 65°C, para que las cáscaras de choloque sequen por completo y tomen un aspecto de color marrón oscuro para su correcto uso como materia prima para la obtención de saponina.
- **Temperatura:** es una variable importante dentro del proceso puesto que al concentrar los extractos a sequedad no debe sobrepasar de los 100°C, debido a que si esto ocurre la saponina obtenida tiende a desestabilizarse y empieza a burbujear provocando una ruptura del condensador debido a la presión ejercida por la expansión de la saponina al equipo.
- **Celeridad de agitación:** es importante mantener una agitación constante y vigorosa ya que de esto depende que se cree un medio adecuado para que todos los componentes del detergente líquido se incorporen con facilidad.

- **Tiempo de extracción:** para la extracción sólido-líquido del extracto clorofórmico se emplea un tiempo de extracción de 2 horas.

3.4.1.1. Descripción del proceso para la elaboración de detergente líquido

Posterior a las variables ya descritas se muestra a continuación una tabla con cada una de las operaciones unitarias del proceso de obtención de la saponina a base del fruto de choloque para la elaboración final del detergente líquido con las variables que incluyen en cada proceso y el rango en que se le debe controlar.

Tabla 9-3: Operaciones del proceso y variables óptimas del detergente líquido

Proceso	Descripción	Variable	Parámetro
Recepción de la materia prima	En este proceso se inspecciona la materia prima la cual debe estar en condiciones óptimas para su uso, el cual debe estar fresco y libre de compuestos que aceleren su madurez. Una vez que la fruta de choloque haya ingresado a la planta de procesos se procede a realizar una limpieza total para eliminar impurezas que este contenga.	Inocuidad	Cualitativo
Descascarado	Una vez limpia la materia prima se procede a la extracción de las semillas que el choloque contiene, este proceso es importante porque de ello depende que se obtenga la cáscara limpia.	Presión Fuerza	-
Secado	En esta etapa se procede a secar las cáscaras ya limpias en un secador de bandejas controlando que su temperatura no sobrepase los 80°C por un tiempo determinado y hasta que este	Temperatura Tiempo de secado	60-80°C 24 horas

	cambie su textura blanda a rígida y de color marrón oscuro.		
Molienda	En esta operación se tritura la cáscara de choloque hasta reducir su tamaño y pulverizarla, para lograr una extracción total de sus componentes en la siguiente etapa.	Disminución de tamaño de la cáscara	–
Maceración	Luego de moler las cáscaras de choloque se procede a macerar con un solvente, en este caso se utiliza 500 ml de alcohol etílico al 70 % de pureza. Se realiza una doble maceración con el mismo residuo vegetal, pero en este caso con 700 ml más de alcohol etílico.	Tiempo de maceración	72 horas
Filtración	En esta etapa se procede a filtrar todo el extracto alcohólico asegurándonos que el residuo vegetal sea totalmente filtrado, se lo deja reposar para proceder con la otra etapa.	Concentración del extracto	–
Destilación	Para el proceso de destilación se debe tomar en cuenta las condiciones de temperatura a las que va a ebulir el extracto obtenido, ya que si este sobrepasa los 100°C tiende a desestabilizarse el extracto siruposo de la saponina y al comenzar a ebulir la materia sube por el condensador lo que provoca una pérdida del material para la elaboración del detergente	Temperatura	Menor a 100°C

	<p>líquido. El tiempo estimado es de 2 horas aproximadamente y esto se debe a la cantidad a la que se vaya concentrando a sequedad los extractos alcohólicos. En este proceso también se logra recuperar gran parte del solvente para ser reutilizado en el proceso.</p>		
Análisis de saponinas	<p>Una vez obtenida la saponina a base de choloque se determina sus condiciones y se procede a la respectiva caracterización obteniendo sus propiedades físicas.</p>	-	<p>Densidad Temperatura pH °Brix Viscosidad Índice de refracción</p>
Homogenización	<p>En esta etapa procedemos a homogenizar los componentes que contendrá el detergente líquido usando la saponina obtenida, para lo cual es recomendable mantener una agitación constante y vigorosa al ir integrando cada aditivo para lograr mejores resultados en el producto final.</p>	<p>Celeridad de agitación Tiempo de agitación</p>	<p>- 15-20 minutos</p>
Análisis del detergente líquido	<p>Una vez obtenido el detergente líquido como producto final se realiza los respectivos análisis fisicoquímicos.</p>	-	<p>Materia activa Materia grasa Material insoluble en agua Alcalinidad total Fosfatos pH Biodegradabilidad</p>
Envasado y almacenamiento	<p>Finalmente se envasa el producto usando recipientes en</p>	<p>Esterilización Temperatura</p>	-

	presentación de 500 ml, ya que por estrategia de mercado se venderá para uso doméstico. Una vez envasado se etiqueta y se lleva al área de almacenamiento para su posterior distribución.		Temperatura ambiente
--	---	--	----------------------

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.4.1.2. Flujograma del proceso

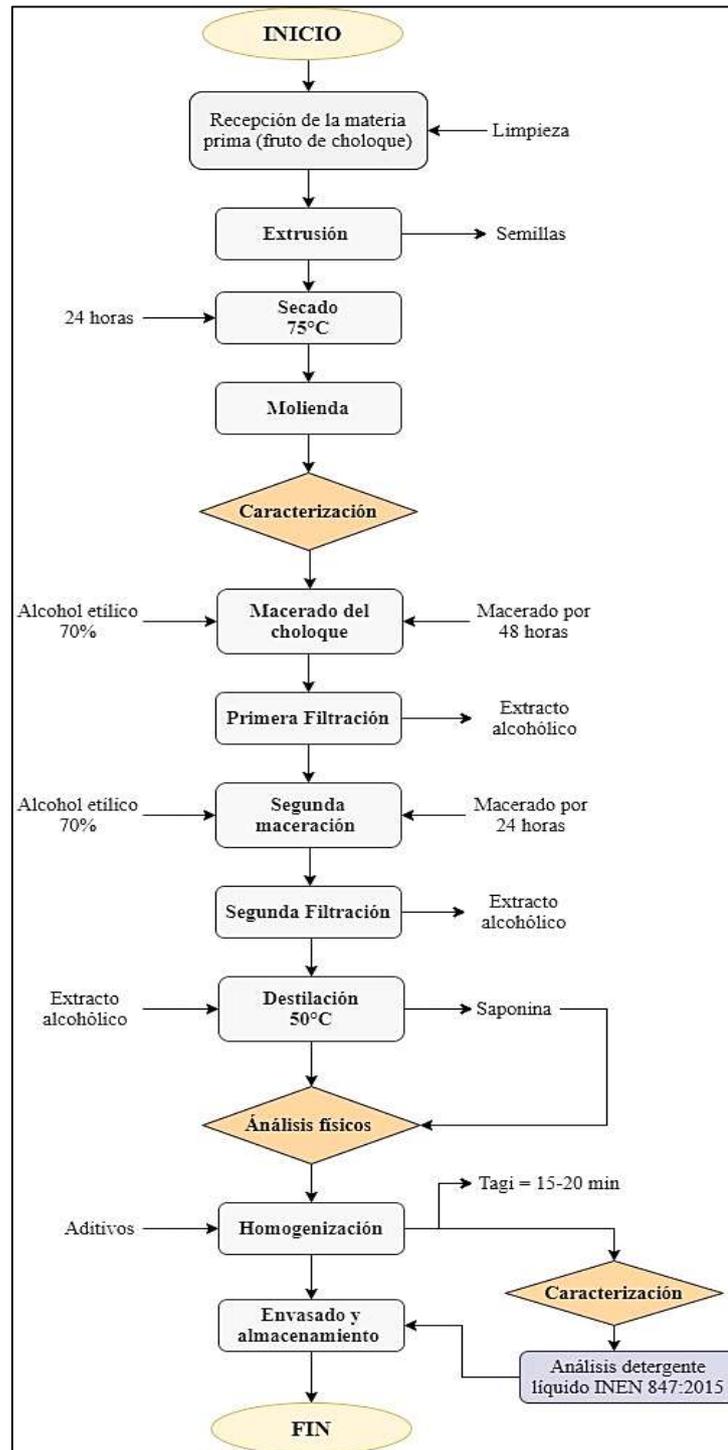


Figura 13-3: Diagrama del proceso

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.4.2. Balance de masa y energía

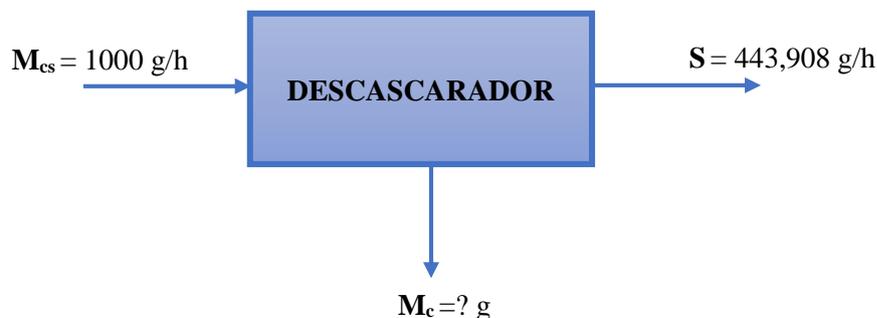
3.4.2.1. Balance de masa

Mediante los ensayos realizados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se llevó a cabo la elaboración de detergente líquido a base de la saponina obtenida del fruto del choloque, de la cual se partió con 2 kilos de materia prima para su producción mínima en el laboratorio. De este total de materia prima se repartió en partes iguales para los dos métodos de obtención. Para lo cual se trabajó con 1 kilo para la extracción por el método usando únicamente alcohol etílico. Cada uno de estos balances tanto para masa como energía se trabajará en condiciones de estado estacionario debido a que no se tiene acumulaciones durante el proceso de obtención de saponina del fruto del choloque.

A continuación, se realiza un balance de masa para cada operación unitaria con los datos obtenidos a escala en el laboratorio.

➤ Descascaradora

En esta etapa, se recepta y se selecciona la fruta de choloque en buen estado para que ingrese al descascarador donde se procede a eliminar la semilla que esta fruta contiene en su interior, para únicamente trabajar con las cáscaras limpias.



Dónde:

M_{cs} = masa del choloque con semilla (g/h)

S = masa de la semilla del choloque (g/h)

M_c = masa de la cáscara del choloque (g/h)

Ecuación 1-3: Masa de la cáscara del choloque (g/h)

$$M_{cs} = S + M_c$$

$$M_c = M_{cs} - S$$

$$M_c = 1000 \text{ g/h} - 443,908 \text{ g/h}$$

$$M_c = 556,092 \text{ g/h}$$

Ecuación 2-3: Rendimiento del descascarador (%)

$$\%Rendimiento = \frac{M_c}{M_{cs}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{556,092 \text{ g/h}}{1000 \text{ g/h}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 55,6 \%$$

➤ *Secado*

En esta etapa se empleó una estufa con recirculación para secar las cáscaras de choloque a condiciones de temperatura de 75°C por un período de 24 horas, con el objetivo de eliminar la mayor cantidad de humedad que contenga la materia prima para su siguiente proceso.



Dónde:

M_c = masa de la cáscara del choloque (g/h)

C_s = masa de la cáscara del choloque seco (g/h)

Ecuación 3-3: Rendimiento del secado (%)

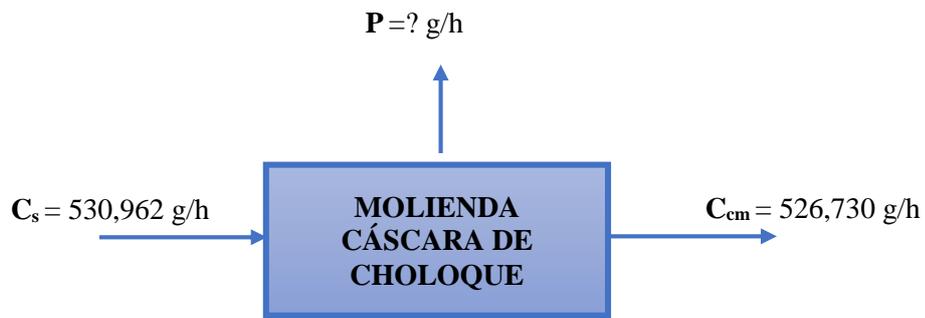
$$\%Rendimiento = \frac{C_s}{M_c} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{530,962 \text{ g/h}}{556,092 \text{ g/h}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 95,48 \%$$

➤ *Molienda*

En esta etapa se trituró las cáscaras de choloque seco hasta disminuir su tamaño en un mortero con pistilo, simulando un molino industrial durante 20 minutos aproximadamente.



Dónde:

C_s = masa de la cáscara del choloque seco (g/h)

C_{cm} = cáscara de choloque molido (g/h)

P = masa de la cáscara del choloque (g/h)

Ecuación 4-3: Perdida de cáscara de choloque en la molienda (g/h)

$$C_s = P + C_{cm}$$

$$P = C_s - C_{cm}$$

$$P = 530,962 \text{ g/h} - 526,730 \text{ g/h}$$

$$P = 4,232 \text{ g/h}$$

Ecuación 5-3: Rendimiento de la molienda (%)

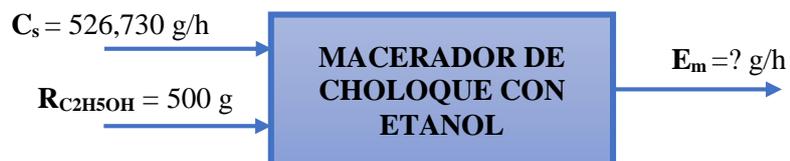
$$\%Rendimiento = \frac{C_{cm}}{C_s} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{526,730 \text{ g/h}}{530,962 \text{ g/h}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 99.2 \%$$

➤ *Primera Maceración*

En esta etapa se llevó a macerar las cascara de choloque trituradas con un solvente orgánico durante 48 horas, para este proceso se utilizó alcohol etílico al 70 % de pureza, con el objetivo de extraer un concentrado rico en saponinas y aprovechar todas sus propiedades.



Dónde:

C_s = masa de la cáscara del choloque seco (g/h)

R_{CHCl_3} = volumen del alcohol etílico (g)

E_m = mezcla del extracto choloque-alcohol (g/h)

Ecuación 6-3: Mezcla choloque-alcohol etílico (g/h)

$$C_s + R_{CHCl_3} = E_m$$

$$E_m = C_s + R_{C_2H_5OH}$$

$$E_m = 526,730 \text{ g/h} + 500 \text{ g}$$

$$E_m = 1026,730 \text{ g/h}$$

➤ *Primera Filtración*

Este procedimiento se lo realiza en el filtro prensa para separar los sólidos a través de la suspensión de estos al paso de corriente en un medio poroso, donde se retiene las cáscaras de choloque formando una torta sólida y de esta manera dejando pasar el líquido concentrado.



Dónde:

Q_i = caudal de entrada del extracto choloque-alcohol etílico (g/h)

E_m = mezcla del extracto choloque-alcohol etílico (g/h)

E_f = extracto alcohólico filtrado (g/h)

R_{vd} = residuo vegetal de choloque (g/h)

Ecuación 7-3: Rendimiento de la filtración (%)

$$\%Rendimiento = \frac{R_{vd}}{Q_i} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{627,730 \text{ g/h}}{1026,730 \text{ g/h}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 61,14 \%$$

➤ Segunda maceración

En esta etapa se realiza nuevamente una segunda maceración con los residuos de la torta del choloque filtrado anteriormente durante 24 horas más con alcohol etílico, con la finalidad de aprovechar los nutrientes que aún pueden contener los residuos.



Dónde:

R_{vd} = residuo vegetal de choloque con alcohol (g/h)

C_s = masa de la cáscara del choloque seco (g/h)

R_{CHCl_3} = volumen del alcohol etílico (g)

E_m = mezcla del extracto choloque-alcohol (g/h)

Ecuación 8-3: Mezcla choloque-alcohol etílico (g/h)

$$R_{vd} + R_{C_2H_5OH} = E_m$$

$$E_m = 627,730 \text{ g/h} + 700 \text{ g/h}$$

$$E_m = 1327,730 \text{ g/h}$$

➤ Segunda Filtración



Dónde:

Q_i = caudal de entrada del extracto choloque-alcohol etílico (g/h)

E_f = volumen de extracto alcohólico filtrado (g/h)

R_{vd} = residuo vegetal de choloque (g/h)

Ecuación 9-3: Rendimiento de la filtración final (%)

$$\%Rendimiento = \frac{E_f}{Q_i} \times 100$$
$$\%Rendimiento = \frac{698 \text{ g/h}}{1327,730 \text{ g/h}} \times 100$$
$$\%Rendimiento = 52,6 \%$$

➤ *Tanque de almacenamiento de extractos alcohólicos*

En esta etapa se reúnen los extractos obtenidos anteriormente después de pasar por el proceso de maceración y filtración, para luego ser llevados directamente al siguiente proceso.



Dónde:

E_{Total} = extracto alcohólico total recogido (mL/h)

$E_{1C_2H_5OH}$ = extracto alcohólico 1 recogido (mL/h)

$E_{2C_2H_5OH}$ = extracto alcohólico 2 recogido (mL/h)

Ecuación 10-3: Extracto total reunido mL

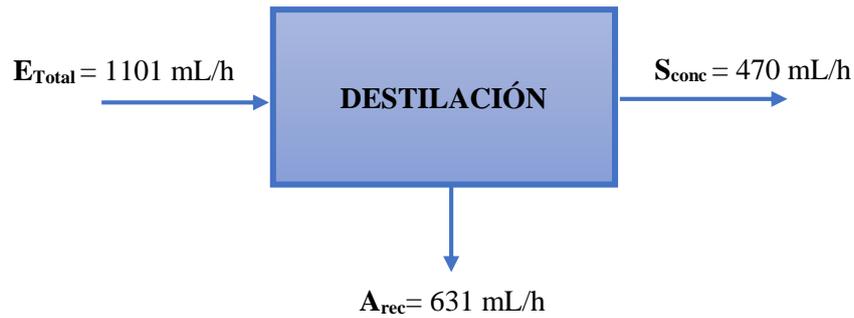
$$E_{1C_2H_5OH} + E_{2C_2H_5OH} = E_{Total}$$

$$E_{Total} = 403 \text{ mL} + 698 \text{ mL}$$

$$E_{Total} = 1101 \text{ mL}$$

➤ *Destilación*

En la etapa de la destilación se procede a concentrar a sequedad el extracto alcohólico a una temperatura constante de 45 °C, con el objetivo de separar el alcohol etílico del extracto, hasta obtener un residuo siruposo contenido de saponina natural. El equipo apropiado que se utilizó para este proceso es el rotaevaporador con la finalidad de controlar las condiciones de destilación y evitar que las muestras del extracto se degraden.



Dónde:

E_{Total} = extracto alcohólico total recogido concentrado (mL/h)

S_{conc} = saponina concentrada destilada (mL/h)

A_{rec} = volumen de alcohol residual recuperado (mL/h)

Ecuación 11-3: Rendimiento de la saponina obtenida (%)

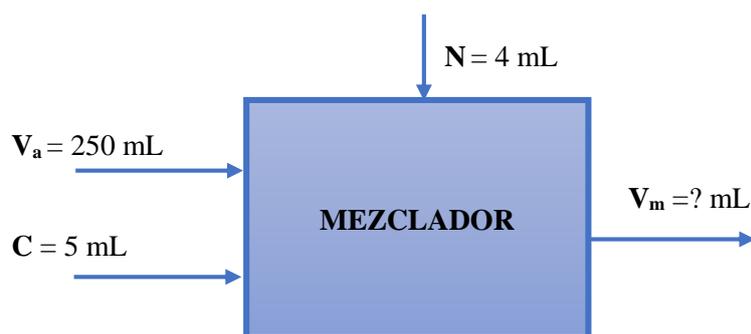
$$\%Rendimiento = \frac{S_{conc}}{E_{Total}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = \frac{470 \text{ mL/h}}{1101 \text{ mL/h}} \times 100$$

$$\%Rendimiento = 42,68 \%$$

➤ Mezclador para aditivos del detergente

Finalmente, en esta etapa se procede a pesar y medir cada uno de los componentes necesarios para la elaboración del detergente, que deben ser mezclados hasta obtener una solución homogénea.



Dónde:

V_m = volumen de la mezcla (mL)

V_a = volumen del agua destilada (mL)

C = volumen del conservante (mL)

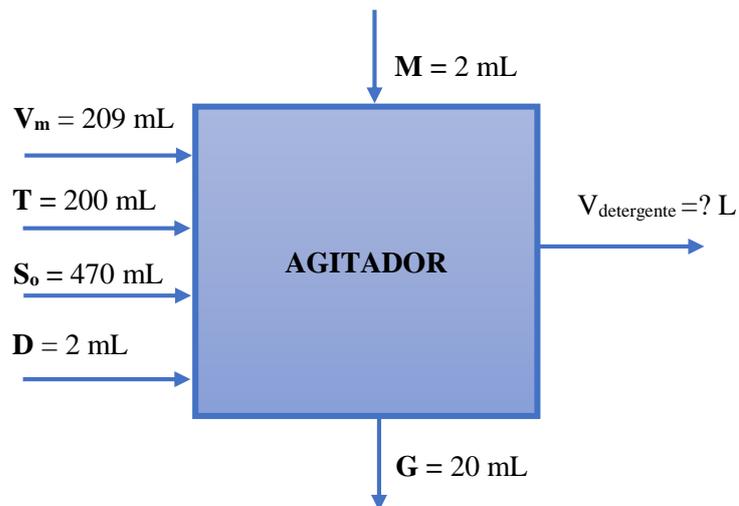
N = volumen del bicarbonato de sodio (mL)

Ecuación 12-3: Volumen de la mezcla para detergente (mL)

$$V_m = V_a + C + N$$
$$V_m = (200 + 5 + 4) \text{ mL}$$
$$V_m = 209 \text{ mL}$$

➤ *Agitador para el detergente líquido*

Una vez integrado los componentes en sus cantidades establecidas, se agitan constantemente hasta formar una emulsión homogénea con el extracto obtenido de la saponina del choloque



Dónde:

$V_{\text{detergente}}$ = volumen del detergente (mL)

V_m = volumen mezcla agua, conservante, bicarbonato de sodio (mL)

T = volumen del texapon (mL)

S_o = volumen saponina obtenida (mL)

D = volumen del colorante (mL)

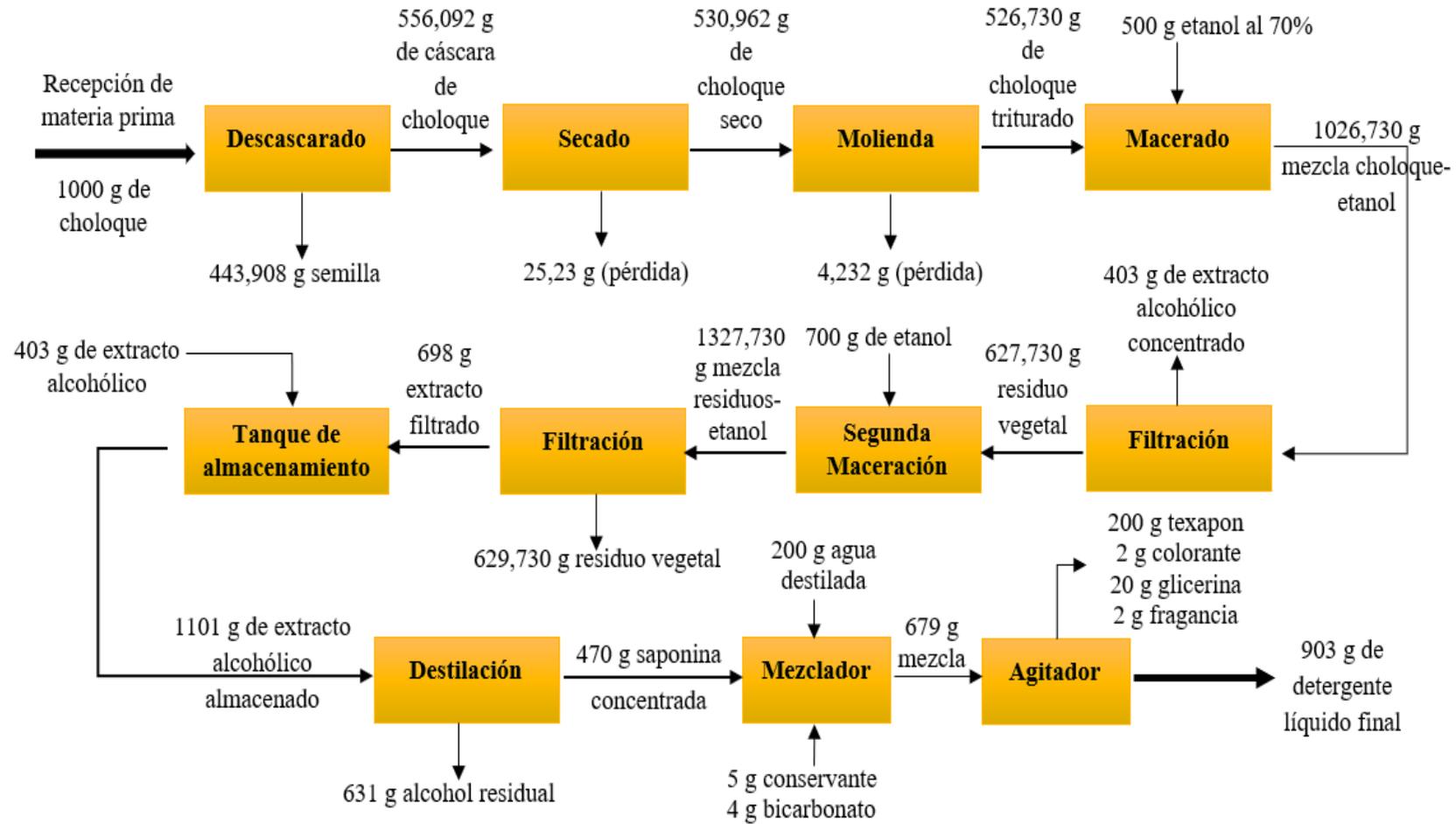
M = volumen del aromatizante (mL)

G = volumen de glicerina (mL)

Ecuación 13-3: Volumen del detergente líquido

$$V_{\text{detergente}} = V_m + T + S_o + D + M + G$$
$$V_{\text{detergente}} = (209 + 200 + 470 + 2 + 20 + 2) \text{ mL}$$
$$V_{\text{detergente}} = 903 \text{ mL}$$

3.4.2.2. Balance de masa general del proceso



3.4.2.3. Balance de energía

El balance de energía se realiza únicamente en las etapas que forman el proceso para la elaboración de detergentes a partir de la saponina obtenida del fruto de choloque, para lo cual se toma en cuenta aquellas etapas donde el cambio de temperatura es evidente.

➤ Secado

Para eliminar el contenido de humedad de las frutas de choloque se utilizó una estufa a 75 °C, al iniciar con el proceso de secado las muestras de materia prima empleada tenían una temperatura de 20 °C hasta alcanzar una temperatura de saturación de 80 °C.

Cálculo del balance de energía general

Ecuación 14-3: Balance de energía general

$$E_{cinética} + E_{potencial} + \Delta H = Q + W$$

$$\Delta H = Q$$

$$Q = m_{choloque} * C_p * \Delta T$$

Dónde:

$E_{cinética}$ = energía cinética en J

$E_{potencial}$ = energía potencial en J

ΔH = variación de la entalpía en J

Q = calor en J

W = trabajo en J

Cálculo del calor sensible

Ecuación 15-3: Calor sensible de la cáscara de choloque

$$C_{sensible} = h_{2agua} - h_{1agua}$$

Dónde:

$C_{sensible}$ = calor sensible en kJ/kg

h_{1agua} = entalpía del agua a 20 °C = 83,915 kJ/kg

h_{2agua} = entalpía del agua a 80 °C = 335,02 kJ/kg

$$C_{sensible} = 335,02 \text{ kJ/kg} - 83,915 \text{ kJ/kg}$$

$$C_{sensible} = 251,105 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor suministrado

Ecuación 16-3: Calor suministrado por el secador

$$Q_s = Q_{latente} + C_{sensible}$$

Dónde:

Q_s = calor suministrado kJ/kg

$C_{sensible}$ = calor sensible en kJ/kg

$Q_{latente}$ = calor latente = 2257 kJ/kg

$$Q_s = 2257 \text{ kJ/kg} + 251,105 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_s = 2508,105 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo de la capacidad calorífica de la cáscara de choloque

Ecuación 17-3: Capacidad calorífica de la cáscara de choloque

$$Q = m_{choloque} * C_p * \Delta T$$

Dónde:

$C_{pcholoque}$ = capacidad calorífica de la cáscara de choloque en (J/kg °C)

Q = calor ganado del choloque en kJ

$m_{choloque}$ = peso del choloque en kg

ΔT = temperatura en °C

$$C_{pcholoque} = \frac{Q}{m_{choloque} * \Delta T}$$

$$C_{pcholoque} = \frac{133,356 \text{ kJ}}{0,530962 \text{ kg} (80 - 20)^\circ\text{C}}$$

$$C_{pcholoque} = 4,185 \text{ J/kg }^\circ\text{C}$$

Cálculo del calor ganado por la cáscara de choloque

Ecuación 18-3: Calor ganado por la cáscara de choloque

$$Q = m_{choloque} * C_{Pagua} * \Delta T$$

Dónde:

Q = calor ganado por la cáscara de choloque (kJ)

m_{agua} = peso del choloque seco en kg

$C_{P_{agua}}$ = capacidad calorífica del agua (kJ/kg°C)

ΔT = temperatura en °C

$$Q = 0,530962 \text{ kg} * 4,186 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} * (80 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q = 133,356 \text{ kJ}$$

Cálculo de la entalpía de la cáscara de choloque

Ecuación 19-3: Entalpía de la cáscara de choloque

$$h_{cáscara} = C_{p_{choloque}} * \Delta T$$

Dónde:

$h_{cáscara}$ = entalpía cáscara de choloque kJ/kg

$C_{p_{choloque}}$ = capacidad calorífica del choloque (kJ/kg°C)

ΔT = variación de la temperatura °C

$$h_{cáscara} = 4,185 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} * (80 - 20)^\circ\text{C}$$

$$h_{cáscara} = 251,1 \text{ kJ/kg}$$

Cálculo del calor requerido para evaporar el agua en el secado

Ecuación 20-3: Calor requerido para evaporar el agua en el secado

$$Q_{agua} = m_{agua} * C_{latente}$$

Dónde:

Q_{agua} = calor necesario para evaporar el agua en kJ

m_{agua} = masa de agua perdida o evaporada en kg

$C_{latente}$ = calor latente en kJ/kg

$$Q_{agua} = 25,13 \text{ kg} * 2257 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{agua} = 56718,41 \text{ kJ}$$

Cálculo del calor total en el secado

Ecuación 21-3: Calor total en el secado

$$Q_{total} = Q_{agua} + Q$$

Dónde:

Q_{total} = calor total en el secado en kJ

Q_{agua} = calor necesario para evaporar el agua en kJ

Q = calor ganado por la cáscara de choloque en kJ

$$Q_{total} = 56718,41 \text{ kJ} + 133,356 \text{ kJ}$$

$$Q_{total} = 56851,766 \text{ kJ}$$

3.5. Dimensionamiento de los equipos

A continuación, se presenta los cálculos ingenieriles de los quipos necesarios para llevar a cabo el proceso de elaboración de detergentes con una capacidad de 500 litros nominales mensuales de los que se detallan a continuación con las siguientes especificaciones:

3.5.1. Diseño de una mesa para recepción de materia prima y limpieza

En lo que refiere al diseño de la mesa para recepción de materia prima y limpieza, se toma en cuenta la postura de los operarios con relación a una mesa de trabajo ergonómica adecuada, que permita el desarrollo de las actividades de una mejor manera y se evite la manifestación de dolencias y enfermedades durante las labores de trabajo. Para lo cual se determina el volumen de la mesa con la siguiente formula:

➤ *Volumen de la mesa de recepción y limpieza de la materia prima*

$$V_{\text{mesa}} = L_{\text{mesa}} * a_{\text{mesa}} * h_{\text{caja}}$$

Dónde:

V_{mesa} = volumen de la mesa en m

Tabla 10-3: Datos para el dimensionamiento de la mesa

Criterio	Cantidad (m)	Símbolo
Longitud de la mesa	2,50	L_{mesa}
Ancho de la mesa	1,20	a_{mesa}
Altura de la mesa	1,25	H_{mesa}
Altura de la caja para mesa	0,40	h_{caja}

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

$$V_{\text{mesa}} = 2,50 \text{ m} * 1,20 \text{ m} * 0,40 \text{ m}$$

$$V_{\text{mesa}} = 1,2 \text{ m}^3$$

En lo que respecta al diseño de la mesa de para la recepción y lavado de materia prima es necesario calcular la densidad de las cáscaras del choloque, donde se toma en cuenta la diferencia de

volumen que se da al sumergir una cantidad de muestra de la materia prima en agua. Para lo cual se aplica la siguiente fórmula para la determinación de la densidad del choloque:

Ecuación 22-3: Densidad del fruto del choloque

$$\rho_{choloque} = \frac{m_{choloque}}{V_f - V_i}$$

Dónde:

$$\rho_{choloque} = \text{densidad del choloque en kg/m}^3$$

Tabla 11-3: Datos experimentales para determinar la densidad del choloque

Criterio	Cantidad	Símbolo
Peso del choloque	10,00 g	$m_{choloque}$
Volumen inicial	50,00 mL	V_i
Volumen final	57,00 mL	V_f

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

$$\rho_{choloque} = \frac{m_{choloque}}{V_f - V_i}$$

$$\rho_{choloque} = \frac{10,00 \text{ g}}{57,00 - 50,00} \times 1000$$

$$\rho_{choloque} = 1429 \text{ kg/m}^3$$

Ecuación 23-3: Capacidad de la mesa de recepción y limpieza de materia prima

$$\rho_{choloque} = \frac{m_{choloque}}{V_{mesa}}$$

Dónde:

$$m_{choloque} = \text{masa del choloque en kg}$$

$$m_{choloque} = \rho_{choloque} * V_{mesa}$$

$$m_{choloque} = 1429 \text{ kg/m}^3 * 1,2 \text{ m}^3$$

$$m_{choloque} = 1715 \text{ kg}$$

3.5.2. *Diseño de la descascaradora*

Para el diseño del descascarador para los frutos de choloque no hay fórmulas establecidas, para lo cual se procede a detallar las especificaciones de este equipo, que será empleado para el proceso en la elaboración de detergentes, mismo que se encuentra en la siguiente tabla:

Tabla 12-3: Especificaciones técnicas del descascarador de frutos de choloque

Características	Especificaciones
Fabricante	I.L.G.A Importadora
Modelo	LM25
Capacidad	40 qq/h
Rodillo (mm)	10x10
Dimensiones (m)	0,60 x 1,30
Potencia (HP)	13
Voltaje (V)	110
Peso (kg)	15
Material	Acero inoxidable AISI 304
Precio (\$)	800,00

Fuente: (ILGA. Importadora., 2022, parr.1)

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.5.3. *Diseño del secador tipo bandejas*

Para el diseño del secador de bandejas, no hay fórmulas establecidas, por lo tanto, se procede a describir las especificaciones y características del equipo que se empleará a continuación:

3.5.3.1. *Espesor de las paredes de la cámara de secado*

Para soportar una presión externa de 771,0634 mmHg que es a lo que usualmente se encuentra la ciudad de Riobamba, el material del cual se realizará el equipo será de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 0,118 pulgadas, es decir 3 mm, calibre 11 para fines de doblado y soldadura.

3.5.3.2. *Tapa de la cámara*

La tapa de la cámara también será del material de acero inoxidable AISI 304, con la finalidad de mejorar la presentación del equipo y para que se pueda visualizar el material a secar se ha

considerado colocar en el centro vidrio templado para controlar el ciclo de secado de los frutos de choloque.

3.5.3.3. Cantidad de producto a secar

En este caso el equipo se diseña para una capacidad determinada de 1000 kg de frutos de choloque. Para lo cual se establece que el espesor de las frutas de choloque influye en la velocidad de secado ya que mientras menor sea su espesor se aprovecha de mejor manera la capacidad del equipo en un tiempo menor para un secado rápido.

3.5.3.4. Altura de bandejas

Para la altura de las bandejas se considera que sean de 3 cm lo cual permitirá contener bien el producto a secar evitando que se desperdicie, además servirá para mejorar la manipulación de cada una en cuanto al agarre al sacar para colocar y la materia prima a secar.

3.5.3.5. Aislamiento de la cámara

La cámara en su interior estará diseñada para iniciar la operación de secado con una temperatura de 50 °C, con el fin de mantener la temperatura de trabajo ya establecida en la práctica. Para lo que es necesario aislar la cámara del ambiente interior por medio de un material aislante que proporcione alta resistencia al flujo de calor del interior hacia el exterior de la cámara, estos materiales aislantes serían la fibra de vidrio, el poliestireno expandido o extruido, el poliuretano o la lana de vidrio.

3.5.3.6. Dispositivo para el flujo de aire o ventilación

Para la ventilación del equipo se utilizará dos ventiladores con una potencia de 1700 rpm cada uno, debido a que este medio es uno de los más importantes en el proceso de secado ya que al calentarse remueve la mayor cantidad de humedad de la materia prima.

Tabla 13-3: Especificaciones técnicas del secador de bandejas

Parámetros	Especificaciones
Fabricante	Alibaba
Modelo	CT-C-O
Bandejas (cm)	12

Peso (kg)	30
Temperatura máxima (°C)	150
Control	Digital
Potencia (HP)	1,6
Voltaje (V)	110
Flujo de aire (m ³ /h)	3450
Frecuencia (Hz)	60
Dimensiones (mm)	470 x 500 x 800
Capacidad (kg)	10 – 20
Material	Acero inoxidable AISI 304
Precio (\$)	2500

Fuente: (Alibaba, 1999)

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.5.4. Diseño del molino de martillos

Para el cálculo de la potencia del motor se determina a través de la Ley de Bond que permite calcular la energía y potencia requerida en equipos para reducción de tamaño.

➤ *Cálculo de la energía requerida*

Ecuación 24-3: Energía requerida por el molino

$$E = 10 Wi \left(\frac{1}{\sqrt{D_{pp}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{pa}}} \right)$$

Dónde:

E = energía requerida por unidad de masa (kWh/t)

P = potencia consumida (kW)

m = flujo másico de alimentación (t/h)

k = constante de Bond

D_{pa} = Diámetro medio de las partículas alimentadas, 10,5 mm

D_{pp} = Diámetro medio de las partículas del producto, 3,18 mm

Conforme a su investigación (Lamorú, 2012, p. 6) menciona que al tratarse de un material seco el índice de trabajo de Bond es 8,9 kWh/ton, por lo que la energía consumida para este proceso es de:

$$E = 0,3162 Wi \left(\frac{1}{\sqrt{D_{pp}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{pa}}} \right)$$

$$E = 0,3162 (8.9 \text{ kWh/ton}) \left(\frac{1}{\sqrt{3,18}} - \frac{1}{\sqrt{10,5}} \right)$$

$$E = 0,71 \text{ kW/ton}$$

➤ *Cálculo de la potencia requerida para la molienda*

Ecuación 25-3: Potencia requerida para la molienda

$$P_{molienda} = E * \dot{m} * f_s$$

Dónde:

$P_{molienda}$ = potencia requerida para la molienda en Hp

\dot{m} = flujo másico de la molienda, 0,5 ton/h

f_s = factor de seguridad 1,1

$$P_{molienda} = \left(0,71 \frac{\text{kWh}}{\text{ton}} * 0,5 \frac{\text{ton}}{\text{h}} \right)$$

$$P_{molienda} = \left(0,36 \text{ kW} * \frac{1 \text{ HP}}{0,7457 \text{ kW}} \right)$$

$$P_{molienda} = 0,48 \text{ HP} * 1,1$$

$$P_{molienda} = 0,53 \text{ HP}$$

➤ *Cálculo del volumen de la tolva de alimentación*

Ecuación 26-3: Volumen de la tolva de alimentación

$$V_{tolva} = \frac{m_{materia\ prima}}{\rho_{materia\ prima}}$$

Dónde:

V_{tolva} = volumen de la tolva en m^3

$m_{materia\ prima}$ = peso de la materia prima seca, 5309 kg

$\rho_{materia\ prima}$ = densidad de la materia prima, 1126,34 kg/m^3

$$V_{tolva} = \frac{5309 \text{ kg}}{1126,34 \text{ kg}/m^3}$$

$$V_{tolva} = 4,71 \text{ m}^3$$

➤ *Cálculo del volumen del almacén del equipo*

Ecuación 3-27: Volumen almacén del equipo

$$V_{\text{almacén}} = \frac{V_{\text{tolva}}}{\% \text{ de llenado}} \times 100$$

Dónde:

$V_{\text{almacén}}$ = volumen de carga del equipo en m^3

V_{tolva} = volumen de la tolva en m^3

$\% \text{ llenado}$ = porcentaje de llenado

Para el volumen total del equipo es recomendable llenar hasta un 30% de materia prima en la tolva de alimentación para evitar fallos en el motor durante el proceso de molienda.

$$V_{\text{almacén}} = \frac{4,71 \text{ m}^3}{30 \%} \times 100$$

$$V_{\text{almacén}} = 15,7 \text{ m}^3$$

3.5.5. Diseño del tanque macerador

Este macerador operará a una presión atmosférica donde se utilizará para mezclar el choloque triturado con el alcohol etílico que posteriormente se obtendrá el extracto que servirá para la elaboración del detergente líquido.

Tabla 14-3: Propiedades de AISI 316L

AISI 316L		
Propiedades Eléctricas		
Resistividad eléctrica	70-78	μOhmcm
Propiedades Físicas		
Densidad	7,96	g/cm^3
Punto de fusión	1370-1400	$^{\circ}\text{C}$
Propiedades Mecánicas		
Alargamiento (%)	< 60	-
Dureza Brinell	160-190	-
Impacto Izod	20-136	J/m
Módulo de elasticidad	190-210	Gpa
Resistencia a la tracción	460-1100	Mpa
Propiedades térmicas		

Conductividad térmica	16,3	W/ (m.K)
Calor específico a 23°C	502	J/(K.kg)

Fuente: (Recaute, 2016)

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

A partir de los datos proporcionados se han determinado los parámetros que va a tener el tanque macerador, para lo cual se determina un tiempo de trabajo de 8 horas y 350 días al año. El volumen del líquido del macerador será de 1000 litros aproximados para lo cual se aplicará un factor de seguridad del 25% de volumen extra para fabricar el tanque, por consiguiente el tanque será de 1250 litros.

➤ *Cálculo del volumen del tanque macerador*

Ecuación 28-3: Volumen del tanque macerador

$$V_m = \frac{\pi D^2 h}{4}$$

Dónde:

V_m = volumen del macerador en L

D = diámetro del tanque macerador en m

h = altura del tanque macerador en m

La relación entre la altura y el diámetro empleada por normas API-650 se considera de 1,9; ya que a partir de este dato se obtienen la altura y el diámetro del macerador, donde la altura será de 1.9 metros y el diámetro de 1 metro (Recaute, 2016, pp:25).

$$V_m = \frac{\pi(1m)^2(1,9 m)}{4}$$

$$V_m = 1,49 m^3 \times 1000 L$$

$$V_m = 1492 L$$

➤ *Cálculo del cuerpo del tanque macerador*

Para este cálculo se necesita saber la presión máxima del tanque, para ello calculamos la presión hidrostática y el volumen del líquido contenido en el tanque, para lo cual partimos de la siguiente ecuación:

Ecuación 29-3: Volumen del líquido

$$V_L = \frac{\pi}{4} * D * h_L$$

Dónde:

V_L = volumen líquido en m^3

D = diámetro del tanque, 1 m

h_L = altura en m

$$V_L = \frac{\pi}{4} * (1 m^2) * (1,59 m)$$

$$V_L = 1,25 m^3$$

Ecuación 3-30: Presión hidrostática del volumen líquido

$$P_L = \rho * g * h_L$$

Dónde:

P_L = presión hidrostática en Pa

ρ = es la densidad de la saponina en kg/m^3

g = gravedad en c

h_L = altura en m

$$P_L = 1126,34 \frac{kg}{m^3} * 9,8 \frac{m}{s^2} * 1,59 m$$

$$P_L = 17550,63 Pa$$

Ecuación 31-3: Presión máxima del tanque macerador

$$P_{m\acute{a}x} = P_o + P_L$$

Dónde:

$P_{m\acute{a}x}$ = presión máxima en Pa

P_o = presión atmosférica, 101325 Pa

P_L = presión hidrostática en Pa

$$P_{m\acute{a}x} = 101325 Pa + 17550,63 Pa$$

$$P_{m\acute{a}x} = 118875,63 Pa$$

➤ *Cálculo del espesor del tanque macerador*

Según (Recaute, 2016, pp: 5) la tensión de rotura del AISI 316L para el tanque macerador será de 485 MPa, mientras que la tensión máxima admisible será la tensión de rotura entre un coeficiente o factor de seguridad que se representa mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 32-3: Espesor del tanque macerador

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{P_{m\acute{a}x}}{2 * e}$$

Dónde:

$\sigma_{m\acute{a}x}$ = tensión admisible

$P_{m\acute{a}x}$ = presión máxima en Pa

e = espesor del tanque

$$e = \frac{P_{m\acute{a}x}}{\sigma_{m\acute{a}x} * 2}$$
$$e = \frac{118875,63 \text{ Pa}}{4,85 \times 10^6 \text{ Pa} * 2}$$
$$e = 122,5 \text{ mm}$$

3.5.6. Diseño del filtro prensa

➤ *Cálculo del volumen*

Mediante la experimentación realizada en el laboratorio y con los datos obtenidos anteriormente se determinó que el caudal de entrada es de 1026,730 g/h = 3,89m³/h a nivel industrial.

Para lo cual se produce un 61,14 % de la sustancia retenida, concentrándose los sólidos a la entrada del filtro por lo que el volumen total sería:

Ecuación 33-3: Volumen total

$$V = Q_{\text{entrada}} * \text{Rendimiento}$$

Dónde:

V = volumen del extracto de choloque con etanol en el filtro en m³

Q_{entrada} = caudal de entrada m³/h

% $R_{\text{rendimiento}}$ = porcentaje de la sustancia retenida

$$V = 3,89 \text{ m}^3/\text{h} * 61,14\%$$

$$V = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

➤ *Cálculo del volumen de la torta*

Ecuación 34-3: Volumen de la torta que se forma en el filtro

$$V_{\text{torta}} = L * A * e$$

Dónde:

V_{torta} = volumen de la torta que se formó en el filtro en ft^3

L = largo de las placas, 0,80 m

A = ancho de las placas, 0,80 m

e = espesor de las placas, 0,025 m

$$V_{torta} = 0,80 \text{ m} * 0,80 \text{ m} * 0,025 \text{ m}$$

$$V_{torta} = 0,016 \text{ m}^3 * 35,32 \text{ ft}^3$$

$$V_{torta} = 0,57 \text{ ft}^3$$

➤ *Cálculo del número de placas y marcos*

Comercialmente se puede adquirir un filtro de capacidad 4 ft^3 torta/h similar a la cantidad de nuestro volumen (Beltrán, 2017, p.37). Cuyas placas y marcos son de 80x80cm con un espesor de 2,5cm; una vez obtenido estos datos como referencia podemos calcular el volumen de torta con la siguiente fórmula:

Ecuación 35-3: Número de placas y marcos del filtro

$$\#placas \text{ y marcos} = \frac{C_{filtro}}{V_{torta}}$$

Dónde:

$\#placas \text{ y marcos}$ = número de placas y marcos que tendrá el filtro

C_{filtro} = capacidad de filtro, 4 ft^3 torta/h

V_{torta} = volumen de la torta que se formó en el filtro en ft^3

$$\#placas \text{ y marcos} = \frac{4 \text{ ft}^3/h}{0,57 \text{ ft}^3}$$

$$\#placas \text{ y marcos} = 7$$

➤ *Cálculo del número de paradas*

Ecuación 36-3: Paradas que realizarán los filtros prensa

$$\#de \text{ paradas} = \frac{t}{t_{deshidratación}}$$

Dónde:

de paradas = paradas que realizará los filtro prensa

t = tiempo de operación de los filtros (h/día)

$t_{\text{deshidratación}}$ = tiempo necesario para eliminar el líquido

$$\#de\ paradas = \frac{8\ \text{horas/día}}{2\ \text{horas}}$$
$$\#de\ paradas = 4\ \text{por día}$$

3.5.7. Diseño del destilador

Para el destilador se alimenta 50kg de extracto alcohólico concentrado en una mezcla compuesta con alcohol etílico al 70% y el restante es sustancia orgánica de choloque. Este flujo de alimentación, como primer tratamiento, sufre la evaporación del alcohol etílico, la cual después de pasar por un intercambiador es condensado y descargado hacia un mezclador para aproximadamente 500 L.

Dentro del diseño del equipo para la destilación del extracto se ha tomado los siguientes requerimientos basados en datos bibliográficos (Vilca, 2009, pp:22-25), donde:

- Se desea una producción de 50L a 80L de saponina concentrada destilada por lote.
- Duración aproximada del proceso de destilado de 4 horas.
- Se establece un diámetro del equipo de 0,4 m del tanque como referente para la cantidad de litros de producción.
- El volumen de la cámara debe ser de 133litros, ya que se alimentará solo hasta el 60% del volumen total del tanque.

➤ *Cálculo de la altura del cilindro*

Ecuación 37-3: Altura del cilindro

$$h = \frac{4 * V_1}{\pi * D^2}$$

Dónde:

h = altura del cilindro en m

D = diámetro del equipo en m

V_1 = volumen de la cámara en m^3

$$h = \frac{4 * (0,133\ m^3)}{\pi * (0,4\ m)^2}$$

$$h = 1,05 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

➤ *Cálculo del volumen de trabajo*

Ecuación 38-3: Volumen de trabajo

$$V_1 = \frac{\pi * D^2 * h}{4}$$

Dónde:

h = altura del cilindro en m

D = diámetro del equipo en m

V_1 = volumen de la cámara en L

$$V_1 = \frac{\pi * (0,4 \text{ m})^2 * (1 \text{ m})}{4}$$

$$V_1 = 0,126 \text{ m}^3$$

$$V_1 = 126 \text{ L}$$

➤ *Cálculo del cono inferior*

Ecuación 39-3: Volumen del cono inferior

$$V_{inferior} = \frac{\pi * r^2 * h}{3}$$

Dónde:

$V_{inferior}$ = volumen inferior del cono en L

r = radio del equipo, 20 cm

h = altura del cono inferior, 5 cm

$$V_{inferior} = \frac{\pi * (20 \text{ cm})^2 * (5 \text{ cm})}{3}$$

$$V_{inferior} = 2094,3 \text{ cm}^3$$

$$V_{inferior} = 2,1 \text{ L}$$

➤ *Cálculo del volumen mínimo de trabajo*

Ecuación 40-3: Volumen mínimo de trabajo

$$V_2 = \frac{\pi * D^2 * h}{4}$$

Dónde:

$V_2 =$ volumen de la cámara en L

$h =$ altura del cilindro, 50 cm

$D =$ diámetro del equipo, 40 cm

$$V_2 = \frac{\pi * (40 \text{ cm})^2 * (50 \text{ cm})}{4}$$

$$V_2 = 62831,85 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 62 \text{ L}$$

Ecuación 41-3: Volumen de la alimentación

$$V_A = V_1 + V_{inferior}$$

Dónde:

$V_{alimentación} =$ volumen de la alimentación

$V_1 =$ volumen de la cámara en L

$V_{inferior} =$ volumen inferior del cono en L

$$V_A = 126 \text{ L} + 2,1 \text{ L}$$

$$V_A = 128,1 \text{ L}$$

➤ Cálculo de la masa del volumen diluido

Ecuación 42-3: Masa del volumen diluido

$$m = \rho * V_A$$

Dónde:

$m =$ masa del volumen diluido en kg

$\rho =$ densidad del extracto de choloque en kg/m^3

$V_{alimentación} =$ volumen de la alimentación

$$m = 1126,34 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,1281 \text{ m}^3$$

$$m = 144,28 \text{ kg}$$

➤ *Cálculo de la masa del volumen integrado*

Ecuación 43-3: Volumen concentrado

$$V_{\text{concentrado}} = V_{\text{inferior}} + V_2$$

Dónde:

$V_{\text{concentrado}}$ = volumen concentrado en L

V_{inferior} = volumen inferior del cono en L

V_2 = volumen de la cámara en L

$$V_{\text{concentrado}} = 2,1 \text{ L} + 62 \text{ L}$$

$$V_{\text{concentrado}} = 64,1 \text{ L}$$

Ecuación 44-3: Masa del volumen concentrado

$$m = \rho * V_A$$

Dónde:

m = masa del volumen diluido en kg

ρ = densidad del extracto de choloque en kg/m^3

$V_{\text{concentrado}}$ = volumen concentrado en L

$$m = \rho * V_A$$

$$m = 1126,34 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,0641 \text{ m}^3$$

$$m = 72,2 \text{ kg}$$

➤ *Cálculo del volumen evaporado*

Ecuación 3-45: Volumen evaporado

$$V_{\text{evaporado}} = V_{\text{diluido}} - V_{\text{concentrado}}$$

Dónde:

$V_{\text{evaporado}}$ = volumen evaporado en L

V_{diluido} = volumen diluido en L

$V_{\text{concentrado}}$ = volumen concentrado en L

$$V_{\text{evaporado}} = 128,1 \text{ L} - 64,1 \text{ L}$$

$$V_{\text{evaporado}} = 64 \text{ L}$$

3.5.8. Diseño del tanque agitador de paletas

➤ Cálculo del diámetro del tanque

Para el diseño del tanque se utilizó medidas estándar que se fijaron, donde se busca que la capacidad volumétrica que tenga este tanque sea para 500 L es decir 0,5 m³.

Ecuación 46-3: Volumen del cilindro

$$V_C = \pi * \left(\frac{D_t}{2}\right)^2 * h$$

Dónde:

V_c = volumen del cilindro en m³

D_t = diámetro del tanque en m

h = altura del tanque, 1 m

$$\frac{V_C * 4}{\pi * h} = D_t^2 * D_t$$
$$\frac{(0,5 \text{ m}^3) * 4}{\pi * 1 \text{ m}} = D_t^2 * D_t$$

$$D_t^3 = \frac{2}{\pi}$$

$$D_t = \sqrt[3]{\frac{2}{\pi}}$$

$$D_t = 0,86 \text{ m}$$

➤ Cálculo de la altura del tanque

Ecuación 47-3: Altura del tanque

$$V = \frac{\pi * D^2 * h}{4}$$

Dónde:

h = altura del tanque en m

V_{tanque} = volumen del tanque en m³

D = diámetro del tanque en m

$$h = \frac{4 * V}{\pi * D^2}$$

$$h = \frac{4 * (0,5 \text{ m}^3)}{\pi * (0,86 \text{ m})^2}$$

$$h = 0,87 \text{ m}$$

➤ *Cálculo del sistema de agitación*

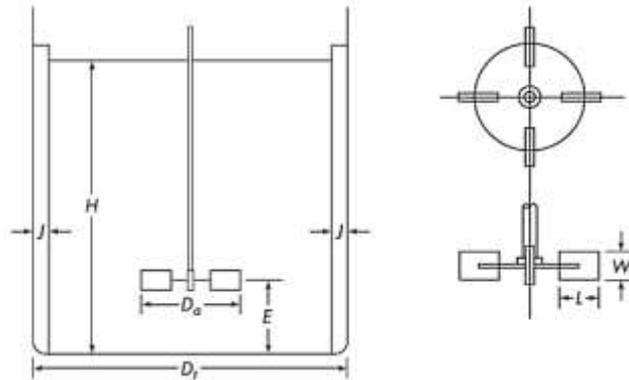


Figura 14-3: Tanque agitador

Realizado por: (Castillo, 2013, p:22)

Según (Castillo, 2013, p:22) para el sistema de agitación se requiere de un agitador tipo paleta, puesto que es ideal para mezclar componentes para cualquier producto obteniendo una masa homogénea y compacta.

Ecuación 48-3: Longitud del brazo del agitador

$$L_b = \frac{5 * D_t}{8}$$

Dónde:

L_b = longitud del brazo del agitador en m

D_t = diámetro del tanque en m

$$L_b = \frac{5 * (0,860 \text{ m})}{8}$$

$$L_b = 0,54 \text{ m}$$

Ecuación 49-3: Diámetro del rodete

$$\phi_{rodete} = \frac{3 * D_t}{4}$$

Dónde:

ϕ_{rodete} = ángulo de rodete en m

D_t = diámetro del tanque en m

$$\phi_{rodete} = \frac{3 * (0,86 \text{ m})}{4}$$

$$\phi_{rodete} = 0,64 \text{ m}$$

➤ *Cálculo de la potencia del agitador*

Para el cálculo del consumo de potencia del agitador se toma en cuenta el número de Reynold mayor a 10,000 placas deflectoras que para este caso el Np puede ser independiente del Re y la viscosidad del extracto de saponina no influye en los cálculos, para lo cual la potencia puede estimarse a partir del producto generado por un impulsor y la energía cinética por unidades de volumen del fluido que estamos trabajando para el producto final (Castillo, 2013, pp:36-37). En base a esto partimos de la siguiente ecuación:

Ecuación 50-3: Potencia del agitador

$$P_{agitador} = k_{masa} * v^3 * \phi_{rodete}^5 * \rho_{masa}$$

Dónde:

$P_{agitador}$ = potencia del agitador en HP

K_{masa} = consistencia de la masa, 5

v = velocidad de agitación, 115rpm= 1,917 rps

ρ_{masa} = densidad de la masa, 1126,34 kg/ m³

$$P_{agitador} = 5 * (1,917 \text{ rps})^3 * (0,64 \text{ m})^5 * 1126,34 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{agitador} = 4259,96W * \frac{1 \text{ hp}}{745,7W}$$

$$P_{agitador} = 5,7 \text{ HP}$$

3.6. Resultados del diseño de los equipos industriales

Para el diseño de los equipos industriales necesarios para la elaboración de detergentes se requiere que sean fabricados en acero inoxidable de tipo AISI 304, puesto que este material es uno de los más empleados en la industria debido a la composición que este posee de 18% de cromo y 0.08% de carbono, además de su resistencia a la corrosión y por ser uno de los materiales más nobles

para trabajar (Jn aceros, 2019, parr. 5). A continuación, se presentan los resultados del diseño de cada uno de los equipos para el proceso industrial de la elaboración de detergente:

Tabla 15-3: Resultados de los cálculos de ingeniería

Equipo	Parámetro	Valor	Unidades
Mesa de trabajo	Volumen de la mesa	1,2	m^3
	Densidad del choloque	1429	kg/m^3
	Masa del choloque	1715	kg
Descascaradora	Rodillos	10x10	mm
	Potencia	13	HP
	Voltaje	110	V
	Material	Acero inoxidable AISI 304	-
Secador de bandejas	Altura entre bandejas	12	cm
	Potencia	1,6	HP
	Temperatura	150	°C
	Voltaje	110	V
	Flujo de aire	3450	m^3/h
	Frecuencia	60	Hz
	Peso	30	kg
	Dimensiones	470x500x800	mm
	Capacidad	20	kg
	Material	Acero inoxidable AISI 304	-
Molino de martillos	Energía requerida	22,44	kW
	Potencia requerida	0,53	HP
	Volumen de la tolva de alimentación	4,71	m^3
	Volumen del armazón	15,7	m^3
	Material	Acero inoxidable	-
Tanque macerador	Volumen del tanque	1492	L
	Volumen del líquido	1,25	m^3
	Presión electrostática	17550,63	Pa
	Presión máxima	118875,63	Pa
	Espesor del tanque	122,5	mm
	Material	Acero inoxidable AISI 316L	-
Filtro prensa	Volumen	2,5	m^3/h

	Volumen de la torta	0,57	ft ³
	Número de placas y marcos	7	-
	Número de paradas	4	Por día
	Material	Acero inoxidable AISI 304	-
Destilador	Diámetro	0,4	m
	Volumen de la cámara	133	L
	Altura del cilindro	1,05	m
	Volumen de trabajo	126	L
	Volumen del cono inferior	2,1	L
	Volumen mínimo de trabajo	62	L
	Volumen de alimentación	128,1	L
	Masa del volumen diluido	144,28	kg
	Volumen del concentrado	64,1	L
	Masa del volumen concentrado	72,2	kg
	Volumen evaporado	64	L
	Material	Acero inoxidable 304	-
Tanque de agitación con paleta	Volumen del cilindro	0,5	m ³
	Diámetro del tanque	0,86	m
	Altura del tanque	0,87	m
	Longitud del brazo agitador	0,54	m
	Diámetro del rodete	0,64	m
	Potencia del agitador	5,7	HP

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.6.1. Materiales para el área de control de calidad de la planta

Tabla 16-3: Requerimiento de materiales

Materiales	Características
Potenciómetro	Instrumento electroquímico utilizado para medir el índice de pH de una determinada disolución.
Refractómetro	Instrumento utilizado para la medición de grados Brix e índice de refracción en muestras del extracto de la saponina.

Termómetro	Es una herramienta utilizada para medir la temperatura de las muestras y controlar las condiciones de temperatura durante el proceso.
Balanza analítica	Equipo utilizado para medir muestras de la materia prima y demás componentes para el detergente.
Viscosímetro	Instrumento empleado para medir la viscosidad y flujo de los fluidos o extracto obtenidos de saponina.
Picnómetro	Instrumento utilizado para la determinación de la densidad de un líquido muy preciso.
Vasos de precipitación	Material de vidrio utilizado para el proceso, para agitar o preparar las disoluciones de los componentes del producto.
Probetas	Material utilizado para medir el volumen de los líquidos.
Balones de aforo	Material utilizado para medir con exactitud el volumen de los líquidos y la preparación de soluciones.

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7. Análisis de costo-beneficio para el proceso del detergente

3.7.1. Inversión fija

La inversión fija corresponde a la cantidad de dinero necesaria para adquirir recursos, equipos, materiales y demás bienes necesarios para la elaboración del detergente líquido. Para lo cual se presentan los costos necesarios de los equipos para llevar a cabo la línea de producción y el control de calidad de cada uno de los procesos y de igual forma la inversión en la planta de producción con cada uno de los recursos indirectos.

Tabla 17-3: Costos de los equipos para la línea de producción

Equipos	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Mesa de trabajo	2	165,00	330,00
Descascaradora	1	800,00	800,00
Secador de bandejas	1	2500,00	2500,00
Molino de martillos	1	700,00	700,00
Tanque macerador	1	600,00	600,00
Filtro prensa	1	1200,00	1200,00
Destilador	1	3600,00	3600,00

Tanque agitador de paletas	1	2650,00	2650,00
Subtotal			12380,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Tabla 18-3: Costos de equipos y materiales para el control de calidad del proceso

Equipos y materiales	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor Total (\$)
Potenciómetro	1	375,0	375,0
Refractómetro	1	80,00	80,00
Termómetro	1	16,00	16,00
Balanza analítica	1	125,00	125,00
Viscosímetro	1	418,00	418,00
Picnómetro	1	15,00	15,00
Vasos de precipitación (500 mL)	2	6,00	12,00
Probetas (500 mL)	2	11,00	22,00
Balones de aforo (250 mL)	2	12,00	24,00
Subtotal			1087,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Tabla 19-3: Costos de inversión para la planta de producción

Inversión	Costo (\$)
Infraestructura	1800,00
Servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, internet, etc.)	1000,00
Adaptaciones en el área de control de la producción	1200,00
Subtotal	4000,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Tabla 20-3: Costo de inversión en recursos humanos para el proceso de producción

Designación	Sueldo mensual (\$)	Total (\$)
Operario recepción de materia prima	428,00	428,00
Analista para el área de control de producción	437,00	437,00
Operario para empacado	441,00	441,00
Transporte y distribución del producto	360,00	360,00
Mano de obra indirecta (limpieza y desinfección)	425,00	425,00

Subtotal	2091,00	2091,00
-----------------	---------	----------------

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Seguidamente se presenta un resumen a detalle de la inversión fija en el proceso de producción para la elaboración de detergente:

Tabla 21-3: Costos de inversión fija en el proceso

Inversión Fija	Costo (\$)
Costos de los equipos para la línea de producción	12380,00
Costos de equipos y materiales para el control de calidad del proceso	1087,00
Costos de inversión para la planta de producción	4000,00
Costo de inversión en recursos humanos para el proceso de producción	2091,00
Subtotal	19558,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7.2. Determinación de egresos

Uno de los egresos más importantes a considerar es el costo de la elaboración del detergente líquido a base de la saponina extraída del fruto de choloque, el cual cuenta con los insumos y componentes necesarios para el proceso de elaboración, el cual se muestra a continuación:

Tabla 22-3: Costos de elaboración del detergente líquido de 500 mL

Insumos	Valor por presentación	Valor Unitario (\$)	Cantidad necesaria	Unidad	Valor Total (\$)
Frutos de choloque	\$ 17 por 1 lb	17,00	2	Kg	74,80
Texapon	\$ 3,45 por 1 kg	3,45	2	Kg	6,90
Bicarbonato de sodio	\$ 0,50 por 30 g	0,50	1	g	0,50
Conservante	\$ 1,10 por 1 oz	1,10	2	Unidad	2,20
Agua destilada	\$ 3,30 por gal	3,30	1	Unidad	3,30
Etanol al 70 %	\$ 1,90 por 1 L	1,90	4	Unidad	7,60
Goma Xanthan	\$ 10,00 por 1 kg	10,00	1	Unidad	10,00
Fragancia	\$ 1,80 por 30 mL	1,80	2	Unidad	3,60
Colorante	\$ 1,75 por 30 mL	1,75	1	Unidad	1,75

Glicerina	\$ 4,75 por 100 mL	4,75	2	Unidad	9,50
Guantes	\$ 6,00 por caja de 50 pares	6,00	1	Unidad	6,00
Mascarilla	\$ 2,50 por caja de 50 unidades	2,50	1	Unidad	2,50
Envase	\$ 0,95 por presentación de 500 mL	0,95	500	Unidad	475,00
Etiqueta	\$ 3,25 de 50 etiquetas	0,07	500	Unidad	35,00
Subtotal (\$)					638,65
Costo Anual (\$)					7663,80

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Seguidamente se muestran los costos aproximados de los recursos básicos como agua, luz, internet, etc., que están involucrados dentro del proceso:

Tabla 23-3: Costos de los servicios básicos

Servicios	Costo mensual (\$)
Agua potable	30,00
Energía eléctrica	85,00
Internet	38,00
Subtotal (\$)	153,00
Costo anual (\$)	1836,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Tabla 24-3: Recursos humanos para el proceso de manufactura

Personal	Cantidad	Tiempo de trabajo (h)	Salario mensual (\$)	Costo anual (\$)
Supervisor de producción y control de calidad	1	8	550,00	6600,00
Operarios	2	8	428,00	5136,00
Subtotal				11736,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

A continuación, se presenta un resumen con los egresos anuales de la producción:

Tabla 25-3: Egresos anuales de producción

Descripción de egresos	Valor Total (\$)
Costos de elaboración del detergente líquido	7663,80
Costo de los servicios básicos	1836,00
Recursos humanos para el proceso de manufactura	11736,00
Total	21235,80

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7.3. Costos totales de inversión fija y egresos

Para los costos de inversión fija y egresos anuales, se contará con un porcentaje del 5% del monto generado de cada costo, debido a que puede presentarse un desfavorable imprevisto antes, durante y después de la ejecución del proceso de producción.

Tabla 26-3: Costo total de la inversión fija y egresos

Descripción	Valor (\$)
Inversión fija	19558,00
Imprevistos del 5%	20535,9
Egresos anuales	21235,80
Imprevistos del 5%	22297,59

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7.3.1. Determinación de ingresos anuales

Para la determinación de los ingresos anuales se calcula el precio de venta por unidad del producto al público, puesto que corresponde a los ingresos que se generarán en la producción, para lo cual se establece el costo de producción considerando que se obtendrá 500 L de detergente mensual y se producirá 10 lotes, cada uno con 100 unidades de 500 mL de detergente líquido, tomando en cuenta el 25% de utilidad.

- *Costo de producción por unidad de 500 mL*

Ecuación 3-51: Costo de producción por unidad

$$C_p = \frac{\text{Inversión}_{fija} + \text{Egresos}_{anuales}}{\text{N}^\circ \text{ de unidades producidas} * \text{días de producción} * \text{meses totales}}$$

Dónde:

C_p = costo de producción por unidad en \$

$$C_p = \frac{20535,9 + 22297,59}{100 * 10 * 12}$$

$$C_p = 3,57$$

- *Precio de venta unitario al público*

Ecuación 3-52: Precio de venta al público

$$PVP = CP \left(\frac{100}{100 - U} \right)$$

Dónde:

PVP = precio de venta unitario al público en \$

C_p = costo de producción por unidad en \$

U = utilidad o ganancia deseada, 25 %

$$PVP = 3,57 \left(\frac{100}{100 - 25} \right)$$

$$PVP = 4,76$$

En la siguiente tabla, se presenta el costo de producción anual y precio de venta al público, de igual forma se adjunta los ingresos anuales del producto a elaborar:

Tabla 27-3: Ingresos anuales

Unidades mensuales producidas	Lotes mensuales	Costos de producción anual (\$)	Costos de producción por unidad (\$)	PVP (\$)	Ingresos anuales (\$)
100 (500 mL)	10	22297,59	3,57	4,76	42840,00

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7.4. Cálculo del valor actual neto, tasa de retorno interno y periodo de recuperación

Establecido el costo de producción por unidad de producto y el precio de venta al público (PVP) de 500 mL de contenido de detergente líquido, se evalúa si el proyecto es viable o no para su ejecución, para lo cual se calcula tres indicadores que son:

3.7.4.1. Valor actual neto (VAN)

Conforme a (Mete, 2014, p.3) el valor actual neto es el valor entre la diferencia de los ingresos y egresos periódicos de un proyecto, que permite recuperar la inversión, cubrir costos y obtener beneficios.

Ecuación 53-3: Valor actual neto (VAN)

$$VAN = -Inv + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t}$$

Dónde:

VAN = valor actual neto

Inv = inversión inicial (*t* = 0)

n = número de periodos de tiempo

t = periodo de tiempo

Ft = flujo de dinero en cada periodo *t*

i = tasa de descuento

Para interpretar el VAN, se debe considerar 3 parámetros importantes:

VAN < 0: proyecto no viable, puesto que la inversión obtendrá pérdida.

VAN = 0: inversión insignificante, ya que no generará beneficio ni pérdida.

VAN > 0: proyecto viable, puesto que la inversión obtendrá ganancias o beneficios.

Periodo inicial	Inversión inicial (\$)			
0	Inv = 20535,9			
Periodo (años) t	Ingresos (\$)	Egresos (\$)	Flujo de caja (\$ Fj	$\frac{Ft}{(1+i)^t}$
1	42840,00	22297,59	20542,41	18019,66
2	42840,00	22297,59	20542,41	15806,72
3	42840,00	22297,59	20542,41	13865,54
4	42840,00	22297,59	20542,41	12162,76
5	42840,00	22297,59	20542,41	10669,08
Tasa de descuento	i = 14 %	$VAN = -Inv + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+k)^t}$		49987,86

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

3.7.4.2. Tasa de retorno interno (TIR)

La tasa interna de retorno es una medida que determina la tasa de rentabilidad de una inversión expresada en porcentaje, con esta medida se puede evaluar el beneficio o pérdida un proyecto de inversión concreto. Se lo realiza en base a los siguientes criterios:

TIR > i = el proyecto de inversión es aceptado

TIR = i = el proyecto es indiferente

TIR < i = el proyecto de inversión es rechazado

Para el cálculo del TIR se utiliza la hoja de cálculo de Microsoft Excel, empleando los valores obtenidos del cálculo del VAN, para lo cual se utiliza la siguiente formula “=TIR ((valores, estimar))”. De esta forma se obtuvo el siguiente valor calculado:

$$TIR = 97 \%$$

Con una tasa de rentabilidad del 97% superior a la tasa de descuento del 14% el proyecto es aceptado, es decir, los ingresos del proyecto supera los egresos, por tanto, este proyecto presenta ganancias que pueden soportar una inflación de hasta el 97% o pagar prestamos con un valor agregado de interés y que no se produzcan pérdidas ni ganancias.

3.7.4.3. Periodo de recuperación (PDR)

De acuerdo con (Montero, 2017, parr. 2) se define al periodo de recuperación (PDR) como un método para valorar el periodo de tiempo que se requiere para recuperar el capital invertido en la fase de un proyecto.

Ecuación 54-3: Periodo de recuperación

$$PDR = \text{último periodo acumulado negativo} + \left(\frac{\text{último flujo acumulado negativo}}{\text{flujo de caja del año siguiente}} \right)$$

Tabla 28-3: Periodo de recuperación de la inversión

Periodo (años)	Flujo de cajas (\$)	$\frac{Ft}{(1+k)^t}$	Flujo acumulado (\$)
0	-20535,90		-20535,90
1	20542,41	18019,66	-2516,24
2	20542,41	15806,72	13290,48
3	20542,41	13865,54	27156,02
4	20542,41	12162,76	39318,77
5	20542,41	10669,08	49987,86

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

$$PDR = 1 + \left(\frac{|-2516,24|}{20542,41} \right)$$

$$PDR = 1,12$$

$$PDR = 1 \text{ año } 12 \text{ meses}$$

➤ *Análisis de resultados:*

A través de los resultados obtenidos de los indicadores financieros del VAN, TIR y PDR, se establece que el proyecto de inversión para la elaboración de detergente biodegradable a base de la saponina extraída del fruto de choloque resulta ser viable como se muestra en el análisis realizado, dado que el valor del VAN en efecto es mayor a 0, y por consiguiente el valor del TIR es mayor a la tasa de descuento del 14% y por ende el valor del PDR se determinó que el periodo de recuperación de la inversión es de 1 año y 12 meses. Por lo que se constata que el proceso de producción resulta ser factible de acuerdo con el análisis técnico-económico.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados al fruto de choloque como materia prima para la elaboración de detergentes a partir de la obtención de la saponina extraída de forma natural, dichos análisis se realizaron con la finalidad de cumplir con los requisitos de calidad.

4.1. Caracterización de la materia prima

4.1.1. Análisis físicos de la materia prima

Tabla 1-4: Resultados del análisis físico del fruto de choloque

Parámetro	Frutos de choloque
Apariencia	Redonda rugosa
Olor	Característico (frutal)
Color	Ámbar
Textura	Carnosa y pegajosa

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

4.1.2. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

Para el proceso de elaboración de detergentes en este caso líquido a base de la saponina obtenida del fruto de choloque se inicia con la selección de la materia prima para un producto de calidad y pese a que no existe una normativa que detalle específicamente los requerimientos necesarios para la caracterización fisicoquímica del choloque, se compara con estudios y experimentaciones anteriores para su objetividad.

Tabla 2-4: Caracterización fisicoquímica del choloque seco triturado

Determinación	Resultado	Unidad
Humedad	1,84	%
Ceniza	2,22	%
Grasa	1,12	%
Fibra	3,27	%
Proteína	17,5	%

Contenido de saponina	0,59	%
-----------------------	------	---

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

4.1.3. Análisis físicos de la saponina obtenida

Tabla 3-4: Resultados análisis físicos de la saponina

Parámetros	Resultados	Unidades
pH	4,07	U pH
Viscosidad	138,9	cP
Densidad	1,13	g/cm ³
Temperatura	18,4	°C
Grados Brix	44,44	Grados
Índice de refracción	1,41	-

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

4.2. Validación del producto

4.2.1. Validación del detergente a base de saponina del choloque

En la tabla que se presenta a continuación se puede constatar el análisis fisicoquímico para dar validación al proceso y al producto final, mediante la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 847:2015. Agentes Tensoactivos, norma que determina los requisitos mínimos y máximos de calidad del detergente líquido de uso doméstico.

Tabla 4-4: Análisis fisicoquímicos del detergente líquido a base de la saponina de choloque

Resultados fisicoquímicos del detergente líquido				
Parámetros	Resultados	Unidad	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia
Materia activa (°Tensoactivos aniónicos)	9,68	%	MFQ-83	NTE INEN 833:2020/Volumetría
Materia grasa total	5,75	%	MFQ-131	NTE INEN 823:1982/Gravimetría
Alcalinidad libre	0,00	% (NaOH)	MFQ-136	NTE INEN 821:1982/Volumetría

Fuente: Multianalityca S.A., 2022.

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

Materia insoluble en agua	0,49	%	MIN-26	NTE INEN 816:1982/Gravimetría
Óxido de fósforo	0,31	%	MFQ-509	NTE INEN 830:2017/Espectrofotometría UV-VIS
pH	7,57	(T:22.1 °C) Unidades de pH	MFQ-333	NTE INEN-ISO 3167:2019/Electrometría

4.3. Análisis y discusión de resultados

- Para la elaboración de detergente biodegradable se realizó la extracción de saponina a partir de los frutos de choloque donde se utilizaron dos métodos de obtención, deduciendo que el método más eficiente es la extracción de saponina con alcohol etílico al 70% como solvente orgánico con el uso del rotaevaporador para concentrar las saponinas, a comparación a la saponina extraída utilizando cloroformo como solvente orgánico para desengrasar la muestra antes de la extracción en el Soxhlet, por lo que se descarta el segundo método debido a la recirculación que se da en este proceso y por los resultados obtenidos en el análisis físico de las saponinas extraídas.
- Mediante la caracterización físico-química de los frutos de choloque seco realizado en el Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH a partir de técnicas de laboratorio y Normas NTE INEN aplicadas respectivamente, se determinó en los análisis físicos, un olor de la fruta característico de color ámbar, apariencia redonda rugosa y una textura carnosa y pegajosa en su interior, mientras que para los análisis químicos se obtuvieron resultados de 1,84% de humedad, 2,22% ceniza, 1,12% de grasa, 3,27% de fibra, 17,5% de proteína y un contenido de saponina de 0,59%. En cambio, para la saponina extraída del fruto de choloque se obtuvieron los siguientes resultados físicos, pH (22.1 °C) de 4,07, viscosidad del extracto de 138,9 cP, densidad de 1,13 g/cm³, grados brix de 44,44, un índice de refracción de 1,41 y una temperatura de 18,4 °C.
- En cuanto a la caracterización final del detergente líquido biodegradable realizado conforme a la Norma NTE INEN 847 (2015) requisitos para detergente líquido de uso doméstico, se establece que los resultados alcanzados son de utilidad para la validación del diseño del proceso de elaboración de este producto, por lo que se obtienen los siguientes valores:

materia activa 9,68%; materia grasa 5,75%; alcalinidad libre (NaOH) 0%; materia insoluble en agua 0,49%; fosfatos 0,31% y pH 7,57. Estos resultados demuestran que el detergente cumple con los requerimientos específicos de la norma y ninguno de los parámetros se encuentra fuera de los límites aceptables, por lo que se da validez al proceso indicando que se obtiene un producto de calidad con características biodegradables amigables con el medio ambiente.

- Se realizó un análisis de costo-beneficio para una producción de 500 litros de detergente mensuales de 1000 unidades por cada lote, cada unidad tendrá un costo de producción de \$ 3,57 que puede ser comercializada a \$4,76 tomando en cuenta un margen de ganancia del 25%, al considerar la aceptabilidad al público por los beneficios que este posee al ser un producto biodegradable e innovador utilizando una materia prima natural ecuatoriana. Para ejecutar este análisis se toma en cuenta los costos en cuanto a la materia prima, equipos y materiales, infraestructura, recursos humanos, servicios básicos e instalación de la planta de producción necesarios para el cálculo del VAN, TIR y PDR. Los resultados obtenidos en este análisis permiten determinar que el proyecto técnico es viable para su ejecución, de igual manera el periodo de recuperación para la inversión será a partir del segundo año.

4.4. Cronograma del proyecto

ACTIVIDAD	TIEMPO																											
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Revisión bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Elaboración del anteproyecto				■	■	■	■	■																				
Recolección y caracterización de la materia prima					■	■	■	■																				
Realizar el proceso para obtención de saponinas								■	■																			
Elaboración de detergente biodegradable									■	■																		
Caracterización fisicoquímica del producto final										■	■	■																
Interpretación de los resultados obtenidos														■	■													
Validación del proceso															■	■	■											
Elaboración de borrador de trabajo final														■	■	■	■	■	■	■								
Redacción del trabajo final																	■	■	■	■	■							
Corrección del trabajo final																			■	■	■	■						
Auditoria académica																				■	■	■						
Defensa de los resultados																						■	■					
Revisión e impresión del trabajo final																												■

Realizado por: Acosta Evelyn, 2022.

CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización fisicoquímica del fruto de choloque seco luego de su proceso en la etapa de la molienda, está al ser una materia prima de una especie poco conocida no existe una norma técnica específica para cada uno de los requerimientos de calidad que necesita el fruto de choloque, para lo cual se optó por escoger especificaciones de investigaciones previas en base a una materia prima similar. Por consiguiente, los resultados obtenidos a partir de los análisis de caracterización inicial del choloque están dadas por las siguientes determinaciones: humedad 1,84%; ceniza 2,22%; grasa 1,12%; fibra 3,27%; proteína 17,5% y el contenido de saponina presente en el choloque fue de 0,59%. De igual forma una vez obtenido el extracto de saponina escogido por el mejor método de ensayo se obtuvieron los siguientes resultados en base a los análisis físicos realizados: densidad 1,13 g/cm³; viscosidad 138,9 Cp; pH 4,07; temperatura 18,4°C; °Brix 44,44; IR 1,41.
- Se estableció las principales variables de diseño y parámetros necesarios que influyen en cada una de las operaciones para la elaboración del detergente a base de la saponina extraída del fruto del choloque, entre las variables importantes del proceso están la presión, temperatura, tiempo de secado, tiempo de agitación y concentración del extracto.
- Se aplicó los cálculos de ingeniería para el diseño del proceso industrial para la elaboración de detergente a base de la saponina extraída del fruto de choloque, de modo que se procedió a realizar el diseño para los equipos principales de la línea de producción, como el secador de bandejas, molino de martillos, tanque macerador, filtro prensa, destilador y tanque de agitación con paleta para una capacidad de 500 litros mensuales de detergente, de acero inoxidable de tipo AISI 304.
- Se validó el detergente líquido biodegradable obtenido a nivel de laboratorio mediante la caracterización fisicoquímica de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 847:2015. Agentes Tensoactivos. Detergente líquido de uso doméstico. Requisitos., norma que determina los requisitos mínimos de calidad del producto terminado apto para el uso posterior en aplicación a la ropa o lavado de manos. Finalmente se validó económicamente el producto terminado con un análisis de cada uno de los indicadores financieros para el requerimiento presupuestario del proyecto, donde se obtuvo valores de Valor Actual Neto (VAN) de \$49987,86 el cual al ser mayor que cero se acepta el proyecto. La Tasa Interna de Retorno (TIR) al implementarse en este proyecto es de 97% de rentabilidad, y el Periodo de Recuperación de lo invertido será de 1 año con 12 meses. Por lo cual el proyecto es viable y aceptable ya que se obtendrán ganancias a partir del segundo año de producción.

RECOMENDACIONES

- Controlar la temperatura a la que ingresa el extracto alcohólico al equipo del rotaevaporador, ya que debe ser menor a 100 °C, al igual que el tiempo en el que se va a concentrar la solución para la obtención de saponina, ya que, si esta ebulle puede ingresar al condensador, dañando el proceso y contaminando el etanol recuperado.
- Las variables y los diferentes parámetros del proyecto técnico deben ser controlados durante el proceso de elaboración, con la finalidad de obtener un producto de calidad e inocuidad.
- Cuando se incorpore los demás componentes para el detergente líquido, es necesario agitar de manera rápida con ayuda de un instrumento de agitación para deshacer los grumos que queden por el Texapon.
- Al obtener el detergente líquido se le debe incorporar un espesante apropiado para que el producto terminado tenga una consistencia viscosa y propia de un detergente líquido que también puede ser usado para diferentes aplicaciones.
- Colocar los extractos de saponina obtenidos en envases completamente esterilizados ya que al mezclarlos estos pueden llegar a contaminarse y tienden a perder sus propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDELO, G. Rotavapor. *Intekgroup*. [En línea] Junio de 2021. Disponible en: <https://intekgroup.com.co/lo-que-necesitas-saber-antes-de-comprar-un-rotaevaporador/#:~:text=El%20rotaevaporador%20o%20rotavapor%20es,de%20los%20puntos%20de%20ebullici%C3%B3n..>

AGUIRRE, T. "Manual Ingeniería Química", 2010, *Revista de Investigación de Ing. Química*, (13), (2010) pp 36-39.

AHUMADA, ANDRÉS; et al. Productos Naturales. *Revista Colomb.Cienc.Quím.Farm.* 45(3), (2016), (Colombia) pp. 4-6.

ALARCON, K. Extracción y Clasificación de la Saponina del Sapindus Saponaria L. *Rev. Ingeniería:Ciencia, Tecnología e Innovación*, [En línea] n°3, (2016) pp. 1-5.

ALCÁNTARA, F. *Estudio de la factibilidad técnica y económica de una planta de detergentes líquidos*. (Tesis de Grado), Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química, Toluca-México : s.n., 2016. págs. 12-15.

ALIBABA. *Productos industriales* [En línea] 1999. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Industrial-hot-air-tray-dryer-60429893034.html>.

AMAMBAL, E., & VEGA, E. Efecto molusquicida del liofilizado de saponinas triterpénicas obtenidas de las cáscaras de los frutos de Sapindus saponaria L. "choloque" frente a hospederos intermediarios de Fasciola hepatica. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ciencias de la Salud. Cajamarca-Perú, 2017. pp. 2.

ANGULO, K. Aprovechamiento como tensioactivo de las saponinas del pericarpio de los frutos Sapindus saponaria L. para formular jabones más amigables con la piel. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de Iberoamérica (UNIBE). 2017. pp. 57.

BELTRÁN, M. Diseño de una planta de producción de diésel renovable a partir de los efluentes de una planta extractora de aceite de planta. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2017. pp. 37-38.

BURGA, WILLIAM; & SANGAY, CRISTIAN. Comparación de la concentración de saponinas entre Chenopodium quinoa "quinua" y Quillaja saponaria "choloque". (Trabajo de

titulación) (Pregrado) Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ciencias de la Salud, - Cajamarca - Perú, 2018. pp. 9.

CABRERA, L. Curso breve sobre Operacione Unitarias. Primera. México D.F : Universidad Autónoma Metropolitana, 2007. (1) pp. 14-15.

CAMEOTRA, M. Microbiology and Biotechnology, Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, México, 1998, pp. 48-52.

CASA INDUSTRIAL. Molino de martillos. [En línea] 2020.
<https://casadelalicuadoraindustrial.com/tienda/linea-procesamiento/molinos/molino-de-martillos-2hp-y-4hp/>.

CASTILLO, V. Diseño y Cálculo de un agitador de fluidos.(Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad de Bío-Bío, Ingeniería Mecánica, Chile, 2013. pp. 22.

COGOLLO, KEVIN; et al. Bondades del fruto del Jaboncillo (*Sapindus Saponaria*) como un detergente biodegradable. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Intituto Alexander Von Humboldt, Departamento de Ciencias Básicas Talento de Biología. Barranquilla, 2008. pp. 73.

DIRECT INDUSTRY. Máquinas y equipos industriales. *Secador al vacío*. [En línea] 2022.
Disponible en: <https://www.directindustry.es/prod/italvacuum/product-27975-106869.html>.

ELSIEVER. Estudio comparativo de tres metodologías cuantitativas de extracción de saponina de la Melisa *Officinalis* "Toronjil". Saponósidos. *Revista Offarm*. [En línea]. Junio de 2001.
Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-saponosidos-13015492>.

FLECHAS, HENRY; et al. Estudio del fruto del jaboncillo como detergente biodegradable. *Revista Colombia Forestal* [En línea], 2009, (Colombia), Vol (12), pp. 1-12.

FLORES, TOMAS; et al. Estudio Silvicultural de la especie *Sapindus Saponaria L.* (Jaboncillo) como base para su aprovechamiento silvoindustrial. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química* [En línea], 2013, (Perú), Vol. 16, pp. 47-51.

GARCÍA, A. ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA. (Trabajo de titulación) (Pregrado). TOLUCA, MEXICO, 2016.

GEDAR. Empresa Andaluza GEDAR. [En línea] .Disponible en: <https://www.gedar.com/residuales/deshidratacion-de-lodos/filtroprensa.htm>.

GOMIS, M. *Introducción a las operaciones de separación: cálculo por etapas de equilibrio.* Espagrafic. Publicaciones Univerdidad de Alicante. Murcia, 1998, Capítulo 5, pp. 157.

GONZALES, ANA MARIA.; & QUIJANO JUAN DAVID. Determinación de propiedades físico-químicas de un detergente líquido formulado con metil ester sulfonado-mes- proveniente de aceite de palma africana como principio activo (Trabajo de titulación) (Pregrado) [En línea]. UNIANDES, Ambato, Enero, 2009. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23863/u346247.pdf?sequence=1>. Tesis de grado

HERNANDEZ, J. Contribución al estudio de Saponinas Del Itabo (Yucca Elephantipes). (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de Costa Rica., Costa Rica, 1959. pp. 3-37.

INOXIMEXICO. *Tanque macerador lauter.* [En línea] 2018. Disponible en: <https://www.inoximexico.com/producto/196/tanque-macerador-lauter-de500-litros-3bbl-util>. *Investigación y desarrollo de tres productos del jaboncillo (sapindus saponaria l.) como base para su industrialización.*

JAIMES, JUAN; et al. Extracción de Aceite esencial de la limonaria y diagnóstico de metabolitos. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de los Llanos, Colombia, 2019. pp. 1-4.

MALDONADO, E. *Reformulación de detergentes líquidos que sean biodegradables.* [En línea] 2015. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/18145>.

MELGAREJO, C. Obtención de jabón líquido con sustitución parcial de extractos naturales de choloque (sapindus saponaria l) y gladiolo (gladiolus sp.) y su evaluación antimicrobiana. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánulco. Perú. 2020. pp. 11.

MÉNDEZ, J. Obtención de saponinas de los frutos de la Solanum marginatum y análisis de sus propiedades como surfactante. (Trabao de titulación) (Pregrado) Universidad Central del Ecuador, Ingeniería Química, Quito. 2016. pp. 20.

METE, M. *Análisis Financiero*, Scielo Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas y Financieras [En línea], 2014, (7), pp. 3. ISSN 2071-081X.

MONTERO, M. *Emprende Pyme*. [En línea] 16 de Noviembre de 2017. Disponible en: <https://www.emprendepyme.net/periodo-de-recuperacion-de-la-inversion.html>.

MONTOYA, A. *Diseño de una columna de destilación para recuperación de una sustancia termosensible*. (Trabajo de titulación) (Pregrado) Pontifica Universidad Católica de Valparaiso . Italia, 2012. pp. 2.

NINASUNTA, SEGUNDO CRUZ.; & HUGO MOLINA. *Aplicación del equipo de destilación en las prácticas de laboratorio de ciencias naturales en la Universidad Técnica de Cotopaxi* (Trabajo de titulación) (Pregrado) [En línea]. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga. 2014. pp. 57-61.

PACHECO, W. *Contaminación por detergentes-agentes nocivos olvidados. Caso de estudio: El Río Granobles*.2015. (Trabajo de titulación) (Tesis de grado) Universidad Internacional SEK, Quito. 2015. pp. 23-25.

PÉREZ, ESTEVE.; & BARRERA, PUIGDOLLERS. *Productos químicos para la limpieza en la industria alimentaria* (Trabajo de titulación) (Pregrado) Universidad de Valenica, España. 2018. [Disponible en] <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83384/P%C3%A9rez%3bCastell%C3%B3%3bBarrera%20-%20Productos%20qu%C3%ADmicos%20para%20la%20limpieza%20en%20la%20industria%20alimentaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

QUEZADA, T. *Plan de negocio para la producción y comercialización de productos de limpieza biodegradables en la ciudad de Quito*. (Trabajo de titulación) Universidad Tecnológica Indoamerica . Quito-Ecuador : Unive, 2021. pp. 24-26.

RAMÍREZ, J. *Determinación de la concentración letal media (cl50) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en laonereis culveri (webster 1879) Costa Rica : s.n., 2006*. (polychaeta: annelida). *Revista del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados* [En Línea] Vol (4), pp. 1-6

RECAUTE, L. *Diseño y simulación de un tanque mezclador de 10,000 gal para la elaboración de aceites lubricantes* (Trabajo de titulación) Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil-Ecuador.

2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/96642/D-CD88467.pdf>.

RUSSELL, GIOVANNI.; & DELGADO, VICTOR. Determinación de parámetros operativos para la producción de extracto de saponinas de *Cucumis dipsaceus* "jaboncillo de campo". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, n° 28 (2012), (México) pp. 137-144.

SALCEDO, MATÍN.; & FONT. Mecánica de Fluidos: Operaciones separación sólido-fluido. Quito - Ecuador: [En línea] . (2011). Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/11/tema5_operaciones%20separacion.pdf.

SAMANIEGO, MARICELA.; & ESTRADA, EDWIN. "Diseño y construcción de un equipo mixto de molienda y tamizado para materiales minerales" (Trabajo de titulación) (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. 2012. pp. 2-143.

SANCHÉZ, JOSÉ.; & SILVA, LUIS. Extracción de saponinas del fruto de la *sapindus saponaria* (choloque), y sus aplicaciones. Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante [En Línea], 2008, (Bogotá) , (11), pp. 11.

TITUAÑA, G. Estudio del proceso de obtención de extractos de plantas medicinales cultivadas por la asociación Flor de Campo en la estancia y Mushukwiñary en Tumbalo de Pasa, para promover su desarrollo. (Trabajo de titulación) (Maestría) Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador, 2013. pp. 14.

URGELLÉS, A. Equipos de metalurgia *Revista del Instituto Superior Minero Metalúrgico* [En línea], 2012. (Cuba) (2), pp. 3-6.

USIÑA, K. Análisis de las propiedades surfactantes de saponinas obtenidas de los frutos de *Sapindus Saponaria L* (Trabajo de titulación). (Tesis de grado). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas. (Quito-Ecuador) . 2017. pp. 5.

VARGAS, OLIVAS.; et al. Detergentes orgánicos sintéticos y ambiente. Scielo, [En línea] 2004 (México) (15), pp. 41-45.

VELÁSQUEZ, SEGUNDO.; et al. Determinación del índice de Bond de las menas de los yacimientos Yagrumaje Norte y Yagrumaje Sur en la empresa Ernesto Che Guevara. *Revista de Investigación* [En línea], 2021, (Universidad Nacional de Trujillo), (8), pp. 1-15.

VILCA, E. Optimización de la columna de destilación de relleno-Bach (Aislamiento Térmico) (Trabajo de titulación) (Tesis de grado). Universidad Nacional del Altiplano. Perú : s.n., 2009. pp 22-25.

VILLALBA, R. Proyecto : detergente liquido. *Pesquisa*. [En línea] 1990. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1018112>.

ANEXOS

ANEXO A: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL DETERGENTE LÍQUIDO



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.61727a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ACOSTA EVELYN
Dirección:	AV. JULIO JARAMILLO Y CARLOS TORO
Teléfono:	098 342 3428

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Detergente biodegradable líquido		
Lote:	1	Contenido Declarado:	250ml
Fecha de Elaboración:	—	Fecha de Vencimiento:	—
Fecha de Recepción:	2022-07-21	Hora de Recepción:	11:33:21
Fecha de Análisis:	2022-07-21	Fecha de Emisión:	2022-07-28
Material de Envase:	VIDRIO AMBAR		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Aj Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FÍSICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
*TENSOACTIVOS ANIONICOS	9.68	%	MFQ-83	NTE INEN 833:2020/ Volumetría
MATERIA GRASA TOTAL	5.75	%	MFQ-131	NTE INEN 823:1982/ Gravimetría
ALCALINIDAD LIBRE	0.00	% (NaOH)	MFQ-136	NTE INEN 821:1982/ Volumetría
OXIDO DE FÓSFORO	0.31	%	MFQ-509	NTE INEN 830:2017/ Espectrofotometría UV-VIS
pH	7.57	(T: 22.1 °C) Unidades de pH	MFQ-333	NTE INEN ISO 3167:2019/ Electrometría



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - FICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Nota 1: "Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 12-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

ANEXO B: ANÁLISIS INSTRUMENTAL DEL DETERGENTE LÍQUIDO



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.61729a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ACOSTA EVELYN
Dirección:	AV. JULIO JARAMILLO Y CARLOS TORO
Teléfono:	098 342 3428

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Detergente biodegradable líquido		
Lote	1	Contenido Declarado:	250ml
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-07-21	Hora de Recepción	11:49:17
Fecha de Análisis:	2022-07-26	Fecha de Emisión:	2022-07-27
Material de Envase:	VIDRIO AMBAR		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Aj Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
MATERIA INSÓLUBLE EN AGUA	0.49	%	MIN-26	NTE INEN 816:1982/Gravimetría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Qualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborales a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepcion - QUITO - FICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

ANEXO C: ANÁLISIS DE BIODEGRADABILIDAD



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.61728a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	ACOSTA EVELYN
Dirección:	AV. JULIO JARAMILLO Y CARLOS TORO
Teléfono:	098 342 3428

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Detergente biodegradable líquido		
Lote	1	Contenido Declarado:	250ml
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2022-07-21	Hora de Recepción	11:45:32
Fecha de Análisis:	2022-07-22	Fecha de Emisión:	2022-08-23
Material de Envase:	VIDRIO AMBAR		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Aj Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

*Biodegradabilidad				
PARAMETRO	TIEMPO DE	UNIDAD	RESULTADO	METODO
DQO	7 DIAS	mg/l	1640	MFQ-149 / OECD GUIDELINES FOR THE TESTING OF CHEMICALS TEST: 301
DBO		mg/l	500	
RELACION (DBO/DQO)		%	30.5	
DQO	14 DIAS	mg/l	1637	
DBO		mg/l	900	
RELACION (DBO/DQO)		%	55.0	
DQO	21 DIAS	mg/l	1631	
DBO		mg/l	1250	
RELACION (DBO/DQO)		%	76.6	
DQO	28 DIAS	mg/l	1631	
DBO		mg/l	1550	
RELACION (DBO/DQO)		%	95.0	



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Tel: (02) 330 0247, 235 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com



Nota 1: "Los resultados / la información, no forman parte del alcance de acreditación de Multianalityca S.A., y fueron suministrados por N° SAE LEN 12-001, que no está acreditado para realizar dicha actividad.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.

Qualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días laborables a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quím. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
LA CONCEPCIÓN - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf. (02) 330 0247, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

ANEXO D: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 847: 2015. AGENTES TENSOACTIVOS.



Quito – Ecuador

**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 847
Primera revisión
2015-07

**AGENTES TENSOACTIVOS. DETERGENTE LÍQUIDO DE USO
DOMÉSTICO. REQUISITOS**

SURFACE ACTIVE AGENTS. LIQUID DETERGENT OF HOUSEHOLD USE. REQUIREMENTS

DESCRIPTORES: Agentes tensoactivos, detergente, detergente líquido, uso doméstico, requisitos
ICS: 71.100.40

4
Páginas

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGENTES TENSOACTIVOS DETERGENTE LÍQUIDO DE USO DOMÉSTICO REQUISITOS	NTE INEN 847:2015 Primera revisión 2015-07
---	--	---

1. OBJETO

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el detergente líquido.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma aplica al detergente líquido está destinado al uso doméstico general.

3. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos en su totalidad o en parte son referidos y son indispensables para su aplicación. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición del documento de referencia (incluyendo cualquier enmienda).

NTE INEN 816, *Agentes tensoactivos. Determinación de la materia insoluble en agua*

NTE INEN 821, *Agentes tensoactivos. Determinación de alcalinidades libre y total*

NTE INEN 823, *Agentes tensoactivos. Determinación de materia grasa total*

NTE INEN 830, *Agentes surfactantes. Determinación de fosfatos*

NTE INEN 833, *Agentes tensoactivos. Determinación de la materia activa por titulación con hiamina*

NTE INEN-ISO 862, *Agentes de superficie. Vocabulario*

NTE INEN-ISO 2859-1, *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote*

NTE INEN-ISO 4316, *Agentes tensoactivos. Determinación del pH de soluciones acuosas. Método potenciométrico*

NTE INEN-OIML R 87, *Cantidad de producto en envase (OIML R 87:2004 + Erratum (2008.06.16), IDT)*

ASTM D2667-95 (2008), *Standard test method for biodegradability of alkylbenzene sulfonates*

4. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN-ISO 862 y las que a continuación se detallan:

4.1 Detergente líquido. Tensoactivo sintético (o una mezcla que contiene uno o más tensoactivos) que tienen propiedades de limpieza. Su apariencia común es la de una sustancia homogénea y traslúcida, en forma de dispersión o solución acuosa.

4.2 Detergente líquido combinado. Detergente cuyo componente activo está constituido por tensoactivos y sales alcalinas (inorgánicas, orgánicas o sus mezclas) de ácidos grasos, ácidos grasos libres, en proporciones tales que permitan obtener un producto de características adecuadas para su uso específico.

4.3 Materia activa valorable (m.a.). También llamados tensoactivos no jabonosos. Es la suma de todos los agentes tensoactivos, excluyendo las sales alcalinas de ácidos grasos.

4.4 Materia grasa total (MGT). Contenido porcentual de los componentes solubles en éter etílico, en medio ácido.

4.5 Coadyuvante. Componente de acción complementaria, tales como sales inorgánicas (carbonatos, fosfatos, sulfatos, boratos, perboratos, silicatos, etc.), compuestos orgánicos, secuestrantes, abrasivos, zeolitas, etc.

4.6 Biodegradación. Proceso causado por la actividad biológica de microorganismos como bacterias, hongos y algas, lo cual conduce a un cambio de la estructura química originándose de forma natural productos metabólicos como agua, dióxido de carbono, metano y una nueva biomasa celular.

5. REQUISITOS

El detergente líquido debe presentarse en forma de soluciones, y permanecer estable en condiciones normales de uso y almacenamiento.

El producto debe estar constituido por una mezcla uniforme de agentes tensoactivos diversos y coadyuvantes que le den aptitud de limpieza; pueden contener perfumes, pigmentos, colorantes y antioxidantes.

Debe estar libre de materias extrañas a su composición, pudiendo contener aditivos que completen su acción y eficiencia limpiadora.

El detergente puede producir espuma durante su uso.

El detergente líquido ensayado de acuerdo con las normas correspondientes debe cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 1.

TABLA 1. Requisitos fisicoquímicos de detergente líquido de uso doméstico

Requisitos	Simple		Concentrado		Combinado		Método de ensayo
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	
Materia activa valorable, % ^a	10	--	20	--	10	--	NTE INEN 833
Materia grasa total, % ^a	--	--	--	--	3	--	NTE INEN 823
Alcalinidad libre como NaOH, % ^a	--	0,5	--	0,5	--	0,5	NTE INEN 821
Materia insoluble en agua ^b , % ^a	--	1,5	--	1,5	--	1,5	NTE INEN 816
P ₂ O ₅ , % ^a	--	10	--	10	--	10	NTE INEN 830
pH ^c	--	11	--	11	--	11	NTE INEN-ISO 4316
Biodegradabilidad del tensoactivo, % ^a	90	--	90	--	90	--	ASTM D2667

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en la tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.

^a% corresponde a fracción de masa expresada en porcentaje.

^b Este valor puede ser superior siempre y cuando el componente que lo origine tenga un propósito determinado y sea segura para la piel.

^c Solución al 1%.

6. MUESTREO

El muestreo para la evaluación de la conformidad de los requisitos del detergente líquido debe realizarse de acuerdo con los planes de muestreo indicados en la NTE INEN-ISO 2859-1, con un plan de muestreo simple para la inspección normal, nivel general de inspección II.

7. MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE

Para envasar el detergente líquido debe utilizarse materiales adecuados, que garanticen la conservación de las características del producto.

Cada envase de detergente líquido debe presentar caracteres indelebles, fácilmente legibles y visibles, que incluya la información mínima siguiente:

- a) Nombre o razón social de (l) (los) fabricante(s) o de(l) (los) comercializador(es),
- b) Denominación del producto y marca comercial,
- c) Identificación del lote respectivo,
- d) Contenido neto al envasar de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades, según lo establecido en la NTE INEN-OIML R 87,
- e) Número de la Notificación Sanitaria Obligatoria,
- f) Instrucciones de uso,
- g) Composición básica cualitativa.

APÉNDICE Z
BIBLIOGRAFÍA

ISO 893:2010, *Surface active agents. Technical alkane sulfonates. Methods of analysis*

ISO 672: 2010, *Soaps. Determination of moisture and volatile matter content. Oven method*

ASTM D459:2009, *Standard terminology relating to soaps and other detergents*

NTC 1130:1997, *Jabones y detergentes. Detergentes líquidos*

NTC 5604:2008, *Métodos de ensayo para la toma de muestras y el análisis fisicoquímico de jabones, productos de jabón y detergentes*

IRAM 5558: 2013, *Jabón de lavar. Requisitos*

IRAM 25532:1987, *Detergentes sintéticos con enzimas*

COVENIN 1360: 1995, *Detergentes Sintéticos para uso doméstico*

AATCC (2010) A Glossary of AATCC Standard Terminology. Disponible en:<http://www.aatcc.org/testing/resources/documents/Monograph103.pdf>

Decisión 706 Armonización de legislaciones en materia de productos de higiene doméstica y productos absorbentes de higiene personal

ANEXO E: ANÁLISIS FÍSICOS DE LA SAPONINA DE CHOLOQUE OBTENIDA

a)



b)



c)



d)



NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;">REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lissette</p>	<p style="text-align: center;">TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”</p>															
<p>a) Determinación de pH.</p> <p>b) Determinación de Grados Brix e Índice de Refracción.</p> <p>c) Determinación de densidad.</p> <p>d) Determinación de la viscosidad.</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th data-bbox="1576 1212 1715 1246">LÁMINA</th> <th data-bbox="1715 1212 1892 1246">ESCALA</th> <th data-bbox="1892 1212 2038 1246">FECHA</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1576 1246 1715 1289">1</td> <td data-bbox="1715 1246 1892 1289">1:1</td> <td data-bbox="1892 1246 2038 1289">2022/07/25</td> </tr> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	1	1:1
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR																	
<input type="checkbox"/>	APROVADO																	
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR																	
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																	
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																	
LÁMINA	ESCALA	FECHA																
1	1:1	2022/07/25																

a)



b)



c)



d)

**NOTAS****CATEGORÍA DE DIAGRAMA**

- a) Determinación del contenido de saponina.
- b) Determinación de la humedad.
- c) Determinación de cenizas.
- d) Determinación de grasa.

<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR
<input type="checkbox"/>	APROVADO
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR

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

REALIZADO POR:
Acosta Santamaría Evelyn Lissette

TEMA:

**“DISEÑO DE UN PROCESO
INDUSTRIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE DETERGENTES A
PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA
DEL FRUTO DE CHOLOQUE (*Sapindus
Saponaria L.*)”**

LÁMINA	ESCALA	FECHA
2	1:1	2022/07/25

a)



b)



c)



d)



NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lissette</p>	TEMA:														
<p>a) Proceso en el Dosi-Fiber. b) Determinación de fibra de choloque. c) Obtención del extracto de saponina de choloque (método con alcohol etílico). d) Extractos de saponina.</p>	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>APROVADO</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROVAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<input type="checkbox"/>		<p>“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”</p>	LÁMINA	ESCALA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR																
<input type="checkbox"/>	APROVADO																
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR																
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																
<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																
<input type="checkbox"/>																	
3	1:1	2022/07/25															

ANEXO F: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL DETERGENTE LÍQUIDO

a)



b)



c)

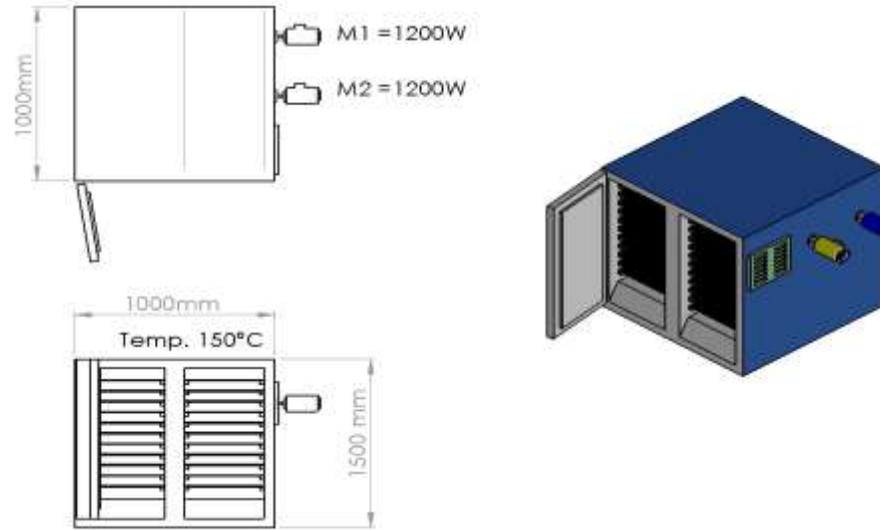


d)



NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p style="text-align: center;">ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p style="text-align: center;">REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lisette</p>	TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”											
<p>a) Mezcla de texapon con saponina de choloque.</p> <p>b) Aforo con agua destilada.</p> <p>c) Adición de aroma, color, conservante, bicarbonato de sodio y glicerina.</p> <p>d) Detergente líquido.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>CERTIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>APROVADO</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR APROVAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>POR CALIFICAR</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; height: 20px;"><input type="checkbox"/></td> <td>POR VERIFICAR</td> </tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	LÁMINA 4	ESCALA 1:1
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR													
<input type="checkbox"/>	APROVADO													
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR													
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR													
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR													

ANEXO G: DISEÑO DEL SECADOR DE BANDEJAS

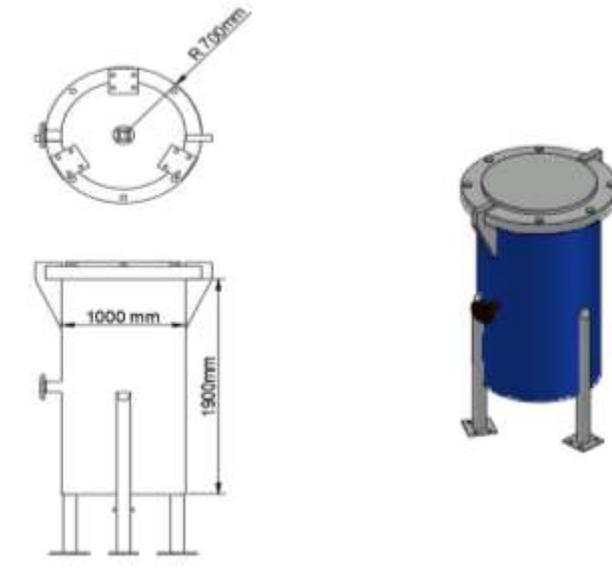


NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lissette</p>	<p>TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”</p>													
<p>a) Secador de bandejas</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<input type="checkbox"/>		LÁMINA	ESCALA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR															
<input type="checkbox"/>	APROVADO															
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR															
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR															
<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR															
<input type="checkbox"/>																
			5	1:1	2022/08/01											

ANEXO H: DISEÑO DEL MOLINO DE MARTILLOS

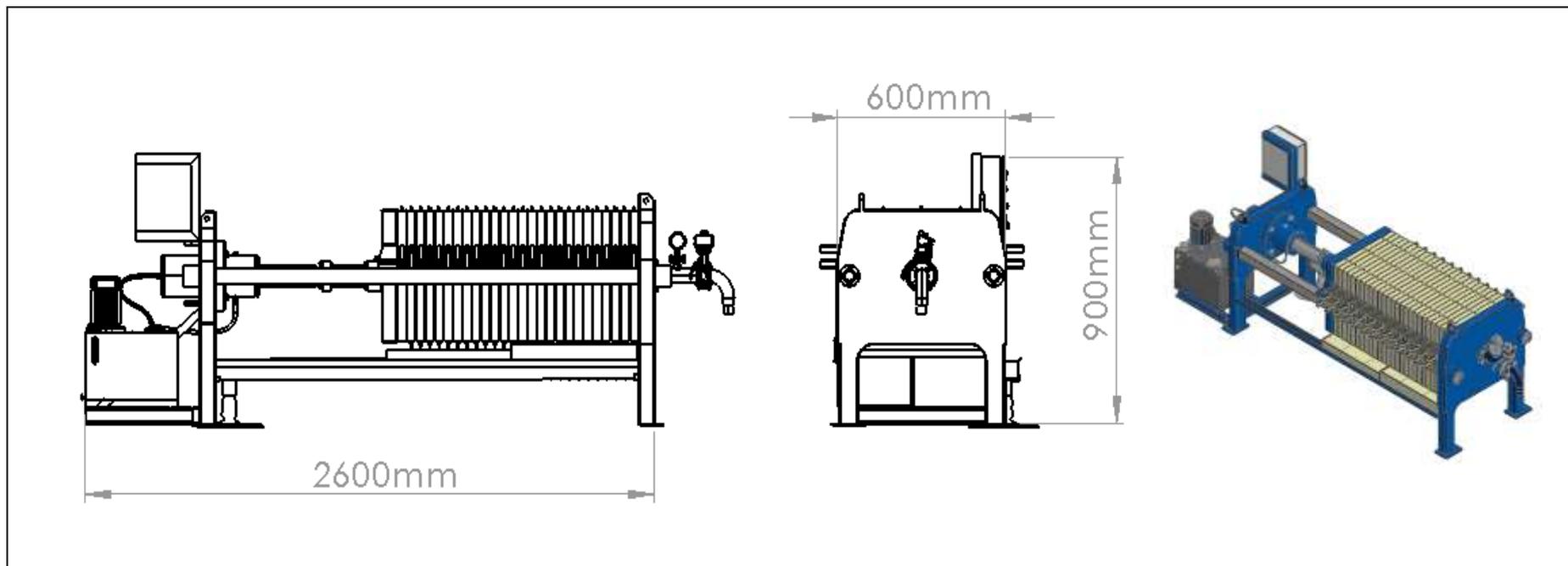
NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lisette	TEMA:						
a) Molino de martillos	<input type="checkbox"/> CERTIFICAR <input type="checkbox"/> APROVADO <input type="checkbox"/> POR APROVAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input checked="" type="checkbox"/> POR VERIFICAR		“DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”						
			<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>LÁMINA</td> <td>ESCALA</td> <td>FECHA</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1:1</td> <td>2022/08/01</td> </tr> </table>	LÁMINA	ESCALA	FECHA	6	1:1	2022/08/01
LÁMINA	ESCALA	FECHA							
6	1:1	2022/08/01							

ANEXO I: DISEÑO DEL TANQUE MACERADOR



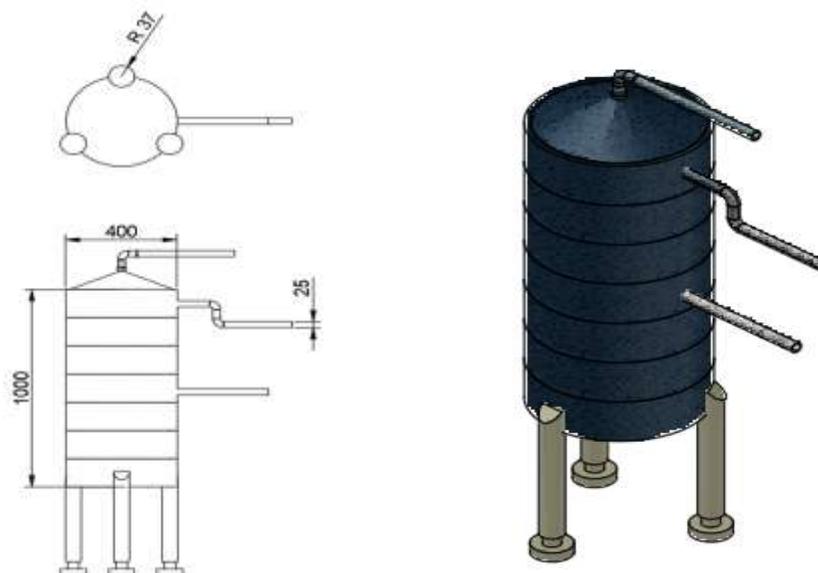
NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lissette</p>	<p>TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”</p>													
<p>e) Tanque macerador</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<input type="checkbox"/>		<p>LÁMINA 7</p>	<p>ESCALA 1:1</p>
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR															
<input type="checkbox"/>	APROVADO															
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR															
<input type="checkbox"/>	POR CALIFICAR															
<input checked="" type="checkbox"/>	POR VERIFICAR															
<input type="checkbox"/>																

ANEXO J: DISEÑO DEL FILTRO PRENSA



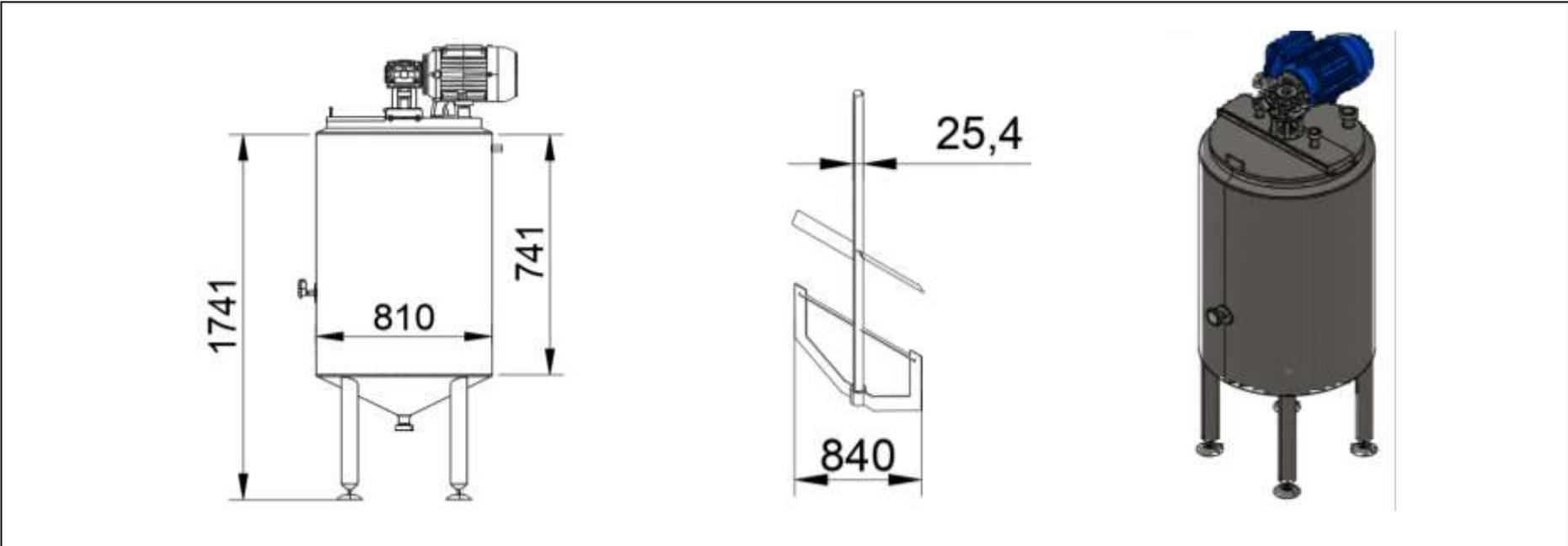
NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA</p> <p>REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lisette</p>	<p>TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”</p>																	
<p>a) Filtro prensa</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<table border="1"> <tr><th>LÁMINA</th></tr> <tr><td>8</td></tr> </table>	LÁMINA	8	<table border="1"> <tr><th>ESCALA</th></tr> <tr><td>1:1</td></tr> </table>	ESCALA	1:1	<table border="1"> <tr><th>FECHA</th></tr> <tr><td>2022/08/01</td></tr> </table>	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR																			
<input type="checkbox"/>	APROVADO																			
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR																			
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																			
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																			
LÁMINA																				
8																				
ESCALA																				
1:1																				
FECHA																				
2022/08/01																				

ANEXO K: DISEÑO DEL DESTILADOR



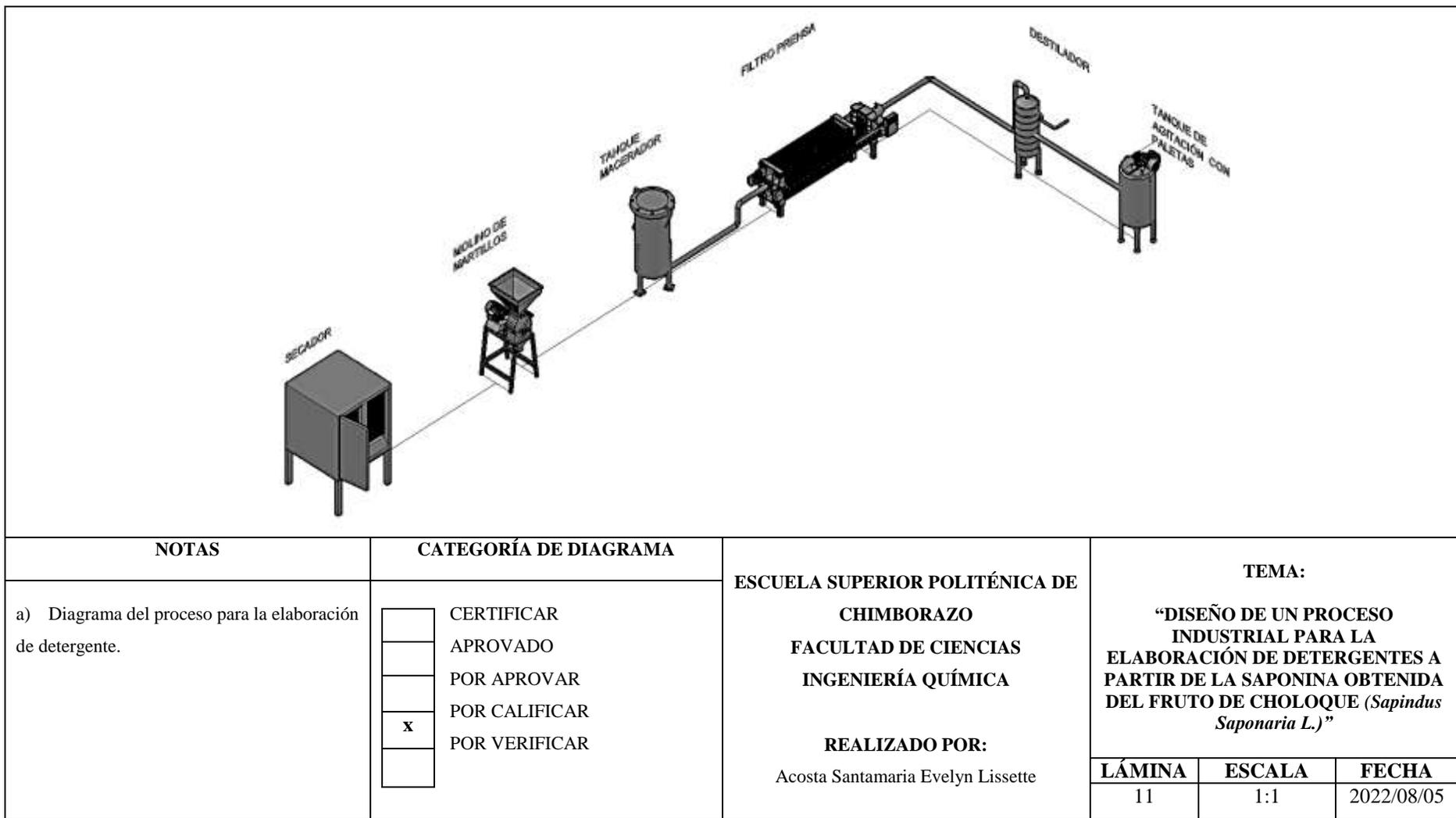
NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	<p align="center"> ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lisette </p>	<p align="center">TEMA:</p> <p align="center"> “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)” </p>																	
a) Destilador	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>		<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR	<input type="checkbox"/>	APROVADO	<input type="checkbox"/>	POR APROVAR	<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR	<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR	<table border="1"> <tr><th>LÁMINA</th></tr> <tr><td>9</td></tr> </table>	LÁMINA	9	<table border="1"> <tr><th>ESCALA</th></tr> <tr><td>1:1</td></tr> </table>	ESCALA	1:1	<table border="1"> <tr><th>FECHA</th></tr> <tr><td>2022/08/01</td></tr> </table>	FECHA
<input type="checkbox"/>	CERTIFICAR																			
<input type="checkbox"/>	APROVADO																			
<input type="checkbox"/>	POR APROVAR																			
<input checked="" type="checkbox"/>	POR CALIFICAR																			
<input type="checkbox"/>	POR VERIFICAR																			
LÁMINA																				
9																				
ESCALA																				
1:1																				
FECHA																				
2022/08/01																				

ANEXO L: DISEÑO DEL AGITADOR DE PALETAS



NOTAS	CATEGORÍA DE DIAGRAMA	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: Acosta Santamaria Evelyn Lisette	TEMA: “DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE DETERGENTES A PARTIR DE LA SAPONINA OBTENIDA DEL FRUTO DE CHOLOQUE (<i>Sapindus Saponaria L.</i>)”																	
a) Tanque de agitación con paleta	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td>CERTIFICAR</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td>APROVADO</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td>POR APROVAR</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">x</td><td>POR CALIFICAR</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td>POR VERIFICAR</td></tr> </table>			CERTIFICAR		APROVADO		POR APROVAR	x	POR CALIFICAR		POR VERIFICAR	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">LÁMINA</th></tr> <tr><td style="text-align: center;">10</td></tr> </table>	LÁMINA	10	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">ESCALA</th></tr> <tr><td style="text-align: center;">1:1</td></tr> </table>	ESCALA	1:1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th style="text-align: left;">FECHA</th></tr> <tr><td style="text-align: center;">2022/08/01</td></tr> </table>	FECHA
	CERTIFICAR																			
	APROVADO																			
	POR APROVAR																			
x	POR CALIFICAR																			
	POR VERIFICAR																			
LÁMINA																				
10																				
ESCALA																				
1:1																				
FECHA																				
2022/08/01																				

ANEXO M: DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN





esPOCH

**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: 19 / 01 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: EVELYN LISSETTE ACOSTA SANTAMARIA
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: INGENIERÍA QUÍMICA
Título a optar: INGENIERA QUÍMICA
f. Analista de Biblioteca responsable: Lcdo. Holger Ramos, MSc.

2410-DBRA-UPT-2022

