



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ELABORACIÓN DE UN JABÓN LÍQUIDO A BASE DE
SAPONINAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd).”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: MARITZA ELIZABETH ESTRELLA ROBALINO

DIRECTOR: BQF. DIEGO RENATO VINUEZA TAPIA, M.Sc.

Riobamba-Ecuador

2021

© 2021, **Maritza Elizabeth Estrella Robalino**

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

Yo, Maritza Elizabeth Estrella Robalino declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados de los mismos 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 titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 23 de agosto del 2021

A handwritten signature in black ink, enclosed within a simple rectangular border. The signature is cursive and appears to read 'Maritza Estrella Robalino'.

Maritza Elizabeth Estrella Robalino

C.I 060507585-2

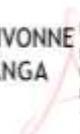
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de Titulación, Tipo: Trabajo Experimental, “**ELABORACIÓN DE UN JABÓN LÍQUIDO A BASE DE SAPONINAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)**”, realizado por la señorita: **MARITZA ELIZABETH ESTRELLA ROBALINO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

NELLY IVONNE
GUANANGA
DIAZ



Firmado digitalmente
por NELLY IVONNE
GUANANGA DIAZ
Fecha: 2021.09.08
13:42:07 -05'00'

Dra. Nelly Ivonne Guananga Díaz., M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

23-08-2021

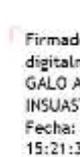


Firmado digitalmente por
**DIEGO RENATO
VINUEZA TAPIA**

BQF. Diego Renato Vinueza Tapia., M.Sc.
**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

23-08-2021

GALO
ALBERTO
INSUASTI
CASTELO



Firmado
digitalmente por
GALO ALBERTO
INSUASTI CASTELO
Fecha: 2021.09.21
15:21:38 -05'00'

Dr. Galo Alberto Insuasti Castelo., M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

23-08-2021

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada primeramente a Dios por brindarme salud, sabiduría e inteligencia para afrontar cada una de las adversidades presentes a lo largo de mi carrera universitaria. A mis padres Oswaldo Estrella y Piedad Robalino por ser el pilar fundamental de mi vida por apoyarme siempre en cada una de mis decisiones por ser un ejemplo a seguir. A mis hermanos Jordan y Jhair por llenar mi vida de alegrías y animarme siempre en los momentos difíciles.

Maritza Estrella

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia por brindarme todos los recursos necesarios para formarme como una gran profesional.

Agradezco a mis padres por ser un pilar fundamental de mi vida por educarme con valores y hacer de mí una mujer con metas y aspiraciones, siempre luchando por lo que quiero.

A mis hermanos, especialmente a Jordan por ser mi motivo de inspiración, por ser una luz en mi vida, agradezco por su amor sincero que me brindo mientras estaba con vida, gracias por siempre confiar en mí que llegaría a ser una gran profesional.

A toda mi familia por el apoyo incondicional en todo momento por sus palabras de ánimo por compartir conmigo cada momento importante de mi vida por brindarme su ayuda en todo momento.

A la Dra. Susana Abdo por compartir sus conocimientos en la elaboración de la tesis por ser una amiga en todo momento y brindarme su apoyo absoluto.

Agradezco al BQF. Diego Vinuesa y al Dr. Galo Insuasti por el apoyo brindado para culminar con éxito mi trabajo de titulación.

Maritza Estrella

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------|------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | ix |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xi |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO I

| | |
|---|----|
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1. Producto cosmético..... | 4 |
| 1.2. Cosmético natural..... | 4 |
| 1.3. Tensoactivos..... | 4 |
| 1.3.1. <i>Clasificación de los Tensoactivos</i> | 5 |
| 1.4. Quinua..... | 5 |
| 1.4.1. <i>Características botánicas</i> | 6 |
| 1.4.2. <i>Taxonomía</i> | 7 |
| 1.5. Composición nutricional..... | 7 |
| 1.6. Propiedades funcionales de la quinua en la salud humana..... | 7 |
| 1.7. Desaponificación de los granos de quinua..... | 8 |
| 1.7.1. <i>Métodos de desaponificación de saponinas</i> | 8 |
| 1.8. Saponinas..... | 8 |
| 1.9. Propiedades biológicas y fisicoquímicas..... | 10 |
| 1.10. Saponinas en la industria cosmética..... | 10 |
| 1.11. Jabón líquido..... | 11 |
| 1.11.1. <i>Tipos de jabón líquido</i> | 11 |
| 1.11.2. <i>Acción limpiadora</i> | 11 |
| 1.12. Componentes jabón líquido..... | 12 |
| 1.13. Propiedades físicas de los jabones..... | 12 |
| 1.14. Requisitos según la norma NTE INEN 842..... | 13 |
| 1.15. Requisitos microbiológicos de productos cosméticos NTE INEN 2867..... | 13 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-----------------|---|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 14 |
| 2.1. | Lugar de investigación | 14 |
| 2.2. | Población de estudio | 14 |
| 2.3. | Equipos, materiales y reactivos | 14 |
| 2.3.1. | <i>Equipos</i> | 14 |
| 2.3.2. | <i>Materiales</i> | 15 |
| 2.3.3. | <i>Reactivos</i> | 15 |
| 2.4. | Técnicas y métodos | 16 |
| 2.4.1. | <i>Extracción de saponina cruda</i> | 16 |
| 2.4.2. | <i>Método de purificación de saponinas</i> | 16 |
| 2.4.3. | <i>Determinación de saponinas por cromatografía HPLC</i> | 17 |
| 2.5. | Formulaciones de jabón líquido | 17 |
| 2.6. | Procedimiento para la elaboración de jabón líquido | 18 |
| 2.7. | Pruebas de estabilidad acelerada | 18 |
| 2.8. | Control de calidad | 19 |
| 2.8.1. | <i>Pruebas organolépticas</i> | 19 |
| 2.8.2. | <i>Pruebas fisicoquímicas</i> | 19 |
| 2.8.2.1. | <i>Determinación de la densidad relativa</i> | 19 |
| 2.8.2.2. | <i>pH</i> | 19 |
| 2.8.2.3. | <i>Determinación de la viscosidad</i> | 19 |
| 2.9. | Análisis microbiológico | 20 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-------------|--|----|
| 3. | MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 21 |
| 3.1. | Rendimiento de la extracción de saponinas | 21 |
| 3.2. | Determinación de la concentración de saponina en el extracto obtenido | 21 |
| 3.3. | Formulaciones de jabón líquido | 22 |
| 3.4. | Valoración de las 3 formulaciones para determinar parámetros de calidad | 23 |
| 3.5. | Pruebas de estabilidad acelerada a 40°C y 75% HR | 24 |
| 3.6. | Análisis microbiológico | 27 |
| 3.7. | Costos de producción del jabón líquido a base de saponinas de quinua | 28 |

| | |
|------------------------------|----|
| CONCLUSIONES | 29 |
| RECOMENDACIONES | 30 |
| GLOSARIO | |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla 1-1: | Taxonomía de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) | 7 |
| Tabla 2-1: | Principales componentes del jabón líquido | 12 |
| Tabla 3-1: | Límites microbiológicos de productos cosméticos | 13 |
| Tabla 1-2: | Formulaciones de jabón líquido | 17 |
| Tabla 1-3: | Formulaciones de jabón líquido | 22 |
| Tabla 2-3: | Resultado de valoración de las 3 formulaciones | 23 |
| Tabla 3-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 3 | 24 |
| Tabla 4-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 5 | 24 |
| Tabla 5-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 8 | 25 |
| Tabla 6-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 10 | 25 |
| Tabla 7-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 12 | 26 |
| Tabla 8-3: | Resultado de la estabilidad acelerada día de control 15 | 27 |
| Tabla 9-3: | Resultado del análisis microbiológico de la Formulación 1 y 2 | 27 |
| Tabla 10-3: | Cálculos de costos de producción del jabón líquido..... | 28 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-1: Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) | 7 |
| Figura 2-1: Estructura general de una saponina | 9 |
| Figura 3-1: Formación micelar donde A es una micela y B una molécula de jabón..... | 11 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1-2: Proceso de elaboración de jabón líquido..... | 17 |
| Gráfico 1-3: Curva de calibración del porcentaje de saponinas..... | 21 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: OBTENCIÓN DE LA SAPONINA CRUDA

ANEXO B: CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS POR HPLC

ANEXO C: ESTABILIDAD ACELERADA DE LOS JABONES LÍQUIDOS

ANEXO D: PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD

RESUMEN

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo elaborar un jabón líquido a base de saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Se realizó la extracción de saponinas del mojuelo de quinua mediante mezclas hidroalcohólicas de agua/etanol, las saponinas obtenidas se sometieron a un proceso de purificación, se realizó un análisis por cromatografía líquida para determinar la concentración de saponinas obtenidas del extracto, luego se diseñaron diez formulaciones utilizando mezclas de tensoactivos: texapón y comperlan (marcas registradas), betaínas y saponinas. De la mejor formulación obtenida se realizaron variaciones en la concentración de saponinas. Se realizaron tres formulaciones con distintas concentraciones, estas formulaciones fueron sometidas a pruebas de control de calidad, organolépticas (apariciencia, color, olor, sedimentación) y fisicoquímicas (viscosidad, pH, densidad). Las formulaciones fueron sometidas a pruebas de estabilidad acelerada a 40 grados Celsius y HR 75 % durante 15 días. Al finalizar los estudios de estabilidad acelerada se analizaron los parámetros fisicoquímicos y organolépticos de las formulaciones, se eligieron las formulaciones uno y dos por presentar condiciones óptimas en parámetros fisicoquímicos y organolépticos, además se ejecutó un examen microbiológico de las formulaciones que fueron seleccionadas como las mejores. Se demostró que el producto presentó ausencia de microorganismos. Se efectuaron el análisis de costos de producción para determinar la viabilidad de elaborar un jabón líquido a base de saponinas de quinua. En conclusión, se obtuvo un jabón líquido con distintas concentraciones de saponinas, por sus propiedades: antibacteriano, antimicótico y antiinflamatorio que presentan las saponinas, confieren un valor agregado al producto final. Se recomiendan realizar pruebas de toxicidad al jabón líquido y dar a conocer los beneficios de las saponinas y su aprovechamiento económico.

Palabras clave: <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <QUINUA (*Chenopodium quinoa*) >, <SAPONINAS>, <TENSOACTIVO>, <ESTABILIDAD ACELERADA>.

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.09.01 10:15:43 -05'00'



1685-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The aim of this experimental work was to produce a liquid soap based on quinoa saponins (*Chenopodium quinoa* Willd). The extraction of saponins from the quinoa was carried out by means of hydroalcoholic mixtures of water/ethanol, the obtained saponins were subjected to a purification process, subsequently an analysis by means of liquid chromatography was carried out in order to determine the concentration of saponins obtained from the extract, then ten formulations using mixtures of surfactants: Texapón and Comperlan (registered trademarks), betaines and saponins were designed. From the best formulation obtained, variations in the concentration of saponins were made. Three formulations were made with different concentrations, these formulations were subjected to quality control, organoleptic (appearance, color, odor, sedimentation) and physicochemical (viscosity, pH, density) tests. The formulations were subjected to accelerated stability tests at 40 degrees Celsius and RH 75% for 15 days. At the end of the accelerated stability studies, the physicochemical and organoleptic parameters of the formulations were analyzed, formulations one and two were chosen because they presented optimal conditions in physicochemical and organoleptic parameters, and a microbiological examination of the formulations that were selected as the best was performed. It was shown that the product was free of microorganisms. Production cost analysis was carried out in order to determine the feasibility of making a liquid soap based on quinoa saponins. In conclusion, a liquid soap with different concentrations of saponins was obtained, the antibacterial, antifungal and anti-inflammatory properties that saponins present, confer an added value to the final product. It is recommended to carry out toxicity tests on liquid soap and to publicize the benefits of saponins and their economic use.

Keywords: <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <QUINOA (*Chenopodium quinoa*)>, <SAPONINS>, <TENSOACTIVE>, <ACCELERATED STABILITY>.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de titulación forma parte del proyecto de vinculación de la ESPOCH denominado “*Diseño e implementación de un proyecto de producción, transformación, comercialización y promoción de consumo de quinua y sus derivados*”. En la actualidad, el consumo de quinua ha aumentado, sin embargo; el acrecentamiento de dicha producción generó grandes residuos de cascarilla que contienen saponinas, por su principal propiedad surfactante aquellas se pueden emplear en la fabricación de jabones líquidos, que a su vez podrían ser aprovechados económicamente por los productores de quinua y generar productos cosméticos amigables con la piel y el ambiente.

La industria cosmética es actualmente un sector de mayor crecimiento económico en muchos países, la reciente tendencia al uso de cosméticos de origen natural ha impulsado a la industria a buscar alternativas a los componentes sintéticos, utilizando biosurfactantes en productos naturales produciendo cosméticos seguros y eficaces, en sustitución a agentes tensoactivos sintéticos, los productos naturales son biodegradables, presenta baja toxicidad y estabilidad frente a situaciones extremas, lo que ha aumentado la adquisición de productos verdes respetuosos con la epidermis y el ecosistema (Bezerra et al., 2018, pp. 1-2).

Las culturas precolombinas de América del Sur como Bolivia, Perú, Ecuador, Chile, Argentina y Colombia cultivaban la quinua en zonas montañosas donde soportan cambios bruscos de temperatura como el frío y sequía, es considerado un pseudocereal nutritivo por su contenido en proteínas (aminoácidos esenciales) poco frecuentes en cereales y hortalizas (Repo y Serna, 2011, pp. 225-226).

Es una semilla dicotiledónea, apreciado como un pseudocereal que atrae la atención de las personas por su calidad nutricional en aminoácidos esenciales, no contienen gluten, puede ser consumido por personas celiacas o personas alérgicas al trigo, contiene minerales como Fe, Mg, Cu, P, K, Zn, aporta fibra, vitaminas E y B, en la cubierta exterior presentan saponinas que deben ser eliminadas del grano para su consumo (Abugoch, 2009, p. 3).

Según el MAGAP (2017), Ecuador planifica cultivar principalmente en las provincias de Imbabura, Carchi, Pichincha y Chimborazo 16 mil hectáreas de quinua, conforme los datos estadísticos del MAGAP Ecuador aproximadamente siembran por año dos mil hectáreas con la intención de incrementar la productividad.

Las semillas de quinua contienen saponinas glucósidos vegetales que confieren un sabor amargo y tienden a formar espumas en soluciones acuosas, son considerados altamente tóxicos, pueden ser eliminadas mediante un mecanismo de abrasión o lavados sucesivos con agua alcalina fría, la porción de saponina depende de la variedad de quinua que es de 0.1 % al 5 % (Jancurová et al., 2009, p. 76).

Las saponinas que se encuentran en el epispermo del grano, estos metabolitos tienen propiedades como actividad biológica y farmacológica como pesticida, insecticida, antiprotozoaria, antiagregante plaquetario, antiinflamatoria y broncolítica, han adquirido interés farmacéutico y cosmético además se está posicionando como un alimento rico en saponinas poco explotado (Bonilla et al., 2019, p. 40).

Las saponinas por su propiedad de disminuir la tensión superficial del agua, son considerados surfactantes naturales, en concentraciones muy bajas de 0.1% pueden formar espumas estables, que son aplicadas en la creación de bebidas, shampoo y jabones (FAO, 2011, p. 36).

Las semillas de quinua presentan fuentes sostenibles para obtener saponinas debido al rendimiento y esparcimiento a nivel mundial, es importante evaluar el uso potencial y comercialización de las saponinas en la cosmética en la búsqueda de ingredientes naturales, que por su efecto espumante actúan como principio activo, resolviendo el problema medio ambiental como medida para la conservación del ambiente y el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad además de tener un fuerte potencial económico (EUROECOTRADE, 2016, p. 5).

Los tensoactivos se caracterizan por disminuir la tensión superficial del agua y así facilitan la eliminación de la suciedad, están formados por una parte polar y una parte apolar, se caracterizan por tener propiedades detergentes, emulsionantes y humectantes constituyendo la totalidad de productos de aseo personal, farmacéuticos y de limpieza, el empleo de tensoactivos sintéticos es elevado por su bajo costo y amplio uso en distintas áreas, la desventaja de estos tensoactivos, después de su uso provocan problemas ambientales (Brand, 2019, pp. 1-2).

Las saponinas de quinua es una tendencia en la industria cosmética por su característica tensoactiva, que buscan elaborar productos innovadores: Quinoa Brasil ubicada en Sao Paulo hace dos años iniciaron con el proyecto de saponinas ofreciendo una gama de productos con extracto de quinua para el cuidado personal, Chemix- L'Oreal, líder mundial a nivel cosmético formaron alianzas con Bolivia apoyando la utilización del salvado de quinua que contiene saponinas y polifenoles, de gran provecho como componentes renovable (EUROECOTRADE, 2016, pp. 29-31).

Esta investigación tiene como objetivo aprovechar las propiedades surfactantes de las saponinas en la preparación de un jabón líquido, otorgando diversos beneficios, las saponinas presentan propiedades: antiinflamatorias, antimicrobianas, antifúngicas que ayudan a proteger y mantener en buen estado la piel, las saponinas son productos naturales que son biodegradables que no ocasionan alérgicas y pueden ser empleadas en productos para niños y bebés.

OBJETIVOS

General

Elaborar un jabón líquido a base de saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

Específicos

- Obtener las saponinas del mojuelo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).
- Formular jabones líquidos usando saponinas como agente tensoactivo.
- Evaluar la mejor formulación del jabón líquido en base a pruebas de control de calidad.
- Calcular la producción de jabón líquido a base de saponina de quinua.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Producto cosmético

Los cosméticos son sustancias o formulaciones empleadas por los seres humanos con la finalidad de limpiar, perfumar, modificar el aspecto, protegerlos, mantener en un buen estado o corregir los olores corporales o prevenir alteraciones en el correcto funcionamiento de la piel sana, estos productos cosméticos son destinados a ponerse en contacto con la superficie del cuerpo como epidermis, sistema piloso, capilar, uñas, labios, órganos sexuales externos, dientes y mucosas bucales con la finalidad de precautelar el buen estado de la piel (Padilla et al., 2015, p. 90).

1.2. Cosmético natural

A lo largo del tiempo el hombre ha buscado recursos naturales que permitan mejorar su aspecto a través del conocimiento etnobotánico, basándose en usos tradicionales, desde hace tiempo ha nacido el interés del buen estado y salud de la piel a través del uso de extractos vegetales estos han fomentado hacia la cosmética verde, bionatural procedentes de las plantas por su inocuidad (González y Bravo, 2017, pp. 9-10).

Los productos naturales contienen ingredientes químicos como flavonoides, vitaminas, taninos, fenólicos y aminoácidos que pueden ser aplicados en productos cosméticos y farmacéuticos, los ingredientes botánicos interviene en la piel mejorando algunos trastornos que pueda padecer (Fonseca et al., 2015, p. 21).

1.3. Tensoactivos

Los tensoactivos son moléculas anfifílicas que contiene una parte hidrofóbica (repelen el agua) e hidrofílica (afines al agua) que facilitan la reducción de la tensión superficial e interfacial, por su carácter anfifílico son apropiados en la aplicación de detergencia, humectación, flotación de espuma, emulsificación y la restauración de aceites (Pradhan y Bhattacharyya, 2017, p. 1).

La región polar de la molécula presenta una alta afinidad por los solventes hidrofílicos en especial por el agua esta porción presenta un alto contenido de heteroátomos, como oxígeno, azufre, fósforo y nitrógeno que forman parte de grupos ácido, alcohol y sulfonato, la región apolar tiene baja afinidad por los solventes polares está formada por un grupo hidrocarbonatado de tipo alquil benceno o alquilo (Fait y Morcelle, 2016, p. 57).

1.3.1. Clasificación de los Tensoactivos

No iónicos: presentan grupos funcionales ionizables, tiene una capacidad limitada de disgregarse con el agua en forma de iones, presenta un lado polar conformados por éteres y alcoholes y un lado apolar que presentan una cadena alifática estos pueden ser aniónicos no alifáticos (Brand, 2019, p. 1).

Iónicos: poseen una elevada afinidad con el agua esto se debe a la atracción electrostática con relación a los dipolos del agua, lo que les otorga la posibilidad de dar arrastre a las cadenas hidrocarbonadas se pueden dividir en:

Tensoactivos aniónicos: en la industria se producen a gran escala debido a que son tensoactivos más comunes y de mayor efectividad en su costo, se caracterizan porque en la parte hidrofílica presentan una carga negativa comprendida por grupos fosfato, sulfato, carboxilato y sulfonato (Brand, 2019, p. 1).

Tensoactivos catiónicos: estos tensoactivos presentan una carga positiva proporciona mayor adherencia a los sustratos con gran firmeza otorgando una cualidad característica de cambiar las propiedades superficiales muestran efectos bactericidas (sales derivadas y aminos) (Brand, 2019, p. 1).

Tensoactivos anfóteros: contienen grupos aniónicos o catiónicos se caracterizan por cambiar el pH (Brand, 2019, p. 1).

Biotensoactivos: son moléculas producidas por distintas variedades de microorganismos, están formados por diferentes estructuras como péptidos, glicolípidos, glicopéptidos, ácidos grasos y fosfolípidos se caracterizan por presentar una limitada toxicidad, posee mayor afinidad con el ambiente se ha implementado su manejo en alimentos y cosméticos (Jiménez et al., 2010, p. 66).

1.4. Quinoa

Willdenow en 1778, describe a la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) por sus características botánicas, donde establece que es originaria de Sudamérica (Coca et al., 2016, p. 3). La quinoa pertenece a la familia *Amaranthaceae* originaria de América del sur cultivada hace 2000 a. C por pueblos ancestrales principalmente en países como Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia (García et al., 2018, p. 100).

Es un nutrimento completo por su multiplicidad de minerales, vitaminas, ácidos grasos insaturados, fibra dietética, proteínas y una armonía equilibrada de aminoácidos esenciales (Lin et al., 2019, p. 1). Es considerado un alimento estrella por sus características nutricionales y medicinales, posee los aminoácidos necesarios para la alimentación humana es una alternativa para reemplazar a la proteína animal (Hernández, 2015, p. 305).

La planta de quinua puede crecer en condiciones ambientales extremas como suelos secos, salinos, brisas fuertes y heladas, las semillas en estado natural presentan una cubierta amarga que contiene saponinas que provoca un sabor desagradable estas deben ser eliminados antes de su consumo (Suxo et al., 2018, p. 99).

La semillas de quinua contiene factores anti nutricionales que repercuten en la absorción del alimento contiene taninos, inhibidores de proteasa, ácido fítico, saponinas, sapogeninas, fracción de escualeno, ácidos grasos oxidados, terpenoides, oxalatos y sales de magnesio, están cubiertos por saponinas (glicoalcaloides) que le otorgan un sabor amargo que dificulta el consumo, si no se elimina las saponinas del grano otorga al alimento un sabor astringente, jabonoso y picante (Delatorre et al., 2013, p. 113).

Estos metabolitos secundarios cumplen distintas funciones fisiológicas y ecológicas contra microorganismos dañinos además presentan beneficios para los seres humanos, presentan actividad antidiabética, anticancerígenas, citotóxicas, antimicrobianas y antiinflamatorias (Lin et al., 2019, p. 1).



Figura 1-1: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).

Realizado por: FAO, 2011, p.20.

1.4.1. Características botánicas

La quinua es una planta alimenticia de crecimiento anual presenta alturas de 1 a 3 metros, sus hojas son anchas de distintas formas, el tallo es central presenta hojas lobuladas y quebradizas, pueden presentar ramas o carecer de estas, estos factores dependen de la diversidad de cultivo, sus flores son cortas y no presentan pétalos. Se autofertilizan, son hermafroditas, su fruto es seco pequeño y su ciclo vegetativo es variable entre 150 y 240 días (Ayala, 2013, p. 44).

1.4.2. Taxonomía

Tabla 1-1: Taxonomía de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)

| Reino | Plantae |
|----------|----------------|
| División | Magonoliophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Subclase | Caryphyllidae |
| Orden | Caryphyllales |
| Familia | Cenopodiaceae |
| Género | C. quinoa |

Fuente: (FAO, 2011, p. 22).

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

1.5. Composición nutricional

La quinua es un pseudocereal o seudograno posee 20 aminoácidos entre ellos 10 esenciales, cuenta con más de 40% de lisina mayor a la leche, considerado como una proteína de alta calidad, presenta baja cantidad de grasa y no dispone de colesterol (Hernández, 2015, p. 307).

Los carbohidratos en las semillas de quinua representan entre 50 y 60 % de almidón, estos son pequeños que se sitúan en el perisperma que contiene 20 % de amilosa y se gelatiniza a 55 y 65°C, los azúcares libres 6,2%, fibra insoluble 5,31%, soluble en 2,49% y la dietética total en 7,80% (Romo et al., 2006, p. 113).

La quinua abarca un alto contenido en carbohidratos (77,6%), proteínas (12,9%) contiene lisina y metionina en mayor proporción, lípidos (6,5%) y fibra dietética contiene compuestos inorgánicos, minerales (3,0%) potasio, calcio, magnesio, fósforo y hierro por su contenido en nutrientes se los diferencian de otros tipos de cereales, en la parte externa del grano contiene propiedades anti nutricionales llamada saponina que es una capa amarga que presenta propiedades tóxicas (Satheesh y Workneh, 2018, pp. 3-15).

1.6. Propiedades funcionales de la quinua en la salud humana

Se caracteriza por su mayor atributo de no presentar gluten, otorga efectos beneficiosos a los consumidores de grupos de alto riesgo como niños, adultos, intolerantes a la lactosa, anemia, diabetes, sobrepeso, dislipidemia y enfermedades celiacas estos beneficios están estrechamente relacionados por sus proteínas, vitaminas, fibra, minerales, ácidos grasos y especialmente por fitoquímicos que le otorgan a la quinua una ventaja notable sobre otros cereales (Vilcacundo y Hernández, 2016, p. 7).

1.7. Desaponificación de los granos de quinua

Las saponinas son eliminadas para obtener granos limpios, comestibles y con un elevado valor nutricional (Trujillo y Valencia, 2017, p. 17).

1.7.1. Métodos de desaponificación de saponinas

Método de desaponificación vía seca por escarificación

Se realiza mediante fricción se consigue 58% de saponinas entre ellas impurezas, la desventaja radica en la pérdida del embrión donde se encuentra grasas y proteínas, se pierde en peso 12% proceso que genera mayor costo, tiempo y menos productividad (Trujillo y Valencia, 2017, p. 17).

Método de desaponificación por vía seca por termomecánica

Se emplea calor seco, luego se separa la cáscara mediante abrasión y tamizado se extrae 62% de saponinas, se pierde el 9% en peso del grano, este método implica menos tiempo, pero son procesos demasiados costosos por ser necesario un horno donde se utiliza a temperaturas de 80°C a 90°C donde se extrae granos limpios y secos (Trujillo y Valencia, 2017, p. 17).

Método de desaponificación vía húmeda

Son sometidos a remojo, agitación y escurrimiento se extrae el 68% de saponinas la extracción es mayor cuando se utiliza agua caliente a temperaturas de 55°C el agua empleada es de 1:10 en relación al peso (Trujillo y Valencia, 2017, p. 18).

Método de desaponificación químico

Los granos son sometidos a componentes orgánicos posteriormente se lavan y se secan, con este método se obtiene el 64% de saponinas con pérdida de peso insignificante, puede ocurrir desnaturalización de las saponinas, los métodos químicos pueden modificar el pH perdiendo su capacidad anfifílica, resultan procesos muy costosos por los reactivos, lavado y secado implementados (Trujillo y Valencia, 2017, p. 18).

1.8. Saponinas

Las saponinas son metabolitos secundarios que se encuentra en mayor cantidad en plantas del género *Chenopodiaceaea* está formado por un amplio grupo de glucósidos distribuidos en distintas partes de la planta como hojas, tallos y panojas se producen en el citosol mediante la asimilación del escualeno, constituidos por una parte lipofílica e hidrofílica (García et al., 2018, pp. 242-243).

Son moléculas polares formadas por un esteroide o triterpeno aglicona con una o varias cadenas de azúcar, según el tipo de estructura se pueden ser saponinas esteroides destacan las plantas

monocotiledóneas y saponinas triterpénicas lo componen las plantas dicotiledóneas (El Hazzam et al., 2020, p. 9).

De acuerdo al número de cadenas de azúcar se denominan como mono, di y tridesmosídicas, las saponinas de quinua son glucósidos triterpénicos derivados del ácido oleanólico, hederagenina, ácido fitocagénico ácido serjanico y ácido 3b, 23,30-trihidroxiolean-12-en-28-oico, que poseen grupos hidroxilo y carboxilato en carbono 3 y 28, los principales carbohidratos son glucosa, arabinosa y galactosa, en menor proporción el ácido glucurónico y la xilosa (Hernández, 2019, p. 33). Las semillas de quinua contienen factores anti nutricionales (saponinas) que se hallan en la cáscara del grano (epispermo) responsables del sabor amargo se puede diferenciar la diversidad de quinua como dulces (<0,11%) o amargas (> 0,11%) el contenido de saponinas es diverso según la región de procedencia constituidos por un anillo terpenoide o esteroidal conocidos como aglicona o sapogenina, remplazados por oligosacáridos mediante enlaces glucosídicos que le otorga un carácter alifático (Bonilla et al., 2019, p. 40).

Son apreciados como detergentes naturales formados por metabolitos secundarios glicosilados dispersados por el reino vegetal (Vega et al., 2010, p. 2545). Se evidenciaron en estudios recientes distintas actividades biológicas beneficiosas como son antibacteriana, antifúngica, reducen el colesterol y anticancerígena (Apaza et al., 2016, p. 64).

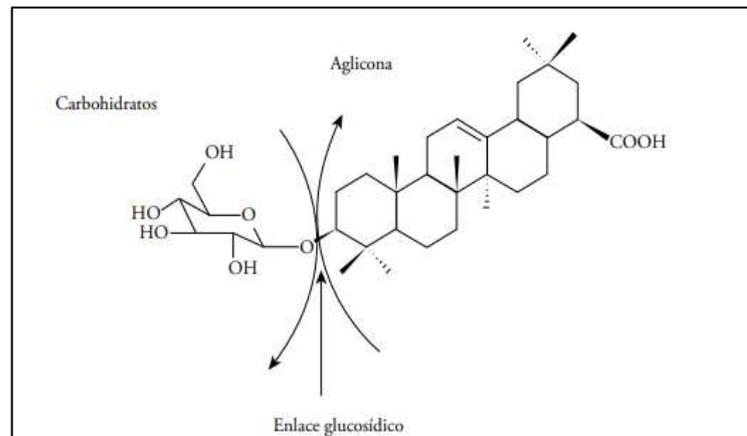


Figura 2-1: Estructura general de una saponina.

Fuente: (Ahumada et al., 2016, p. 441).

No toleran cambios extremos de pH, pueden soportar niveles altos de temperatura a 150°C y menores a 40°C, ofrecen una alta estabilidad superficial, son empleados como tensoactivos de origen natural (Ahumada et al., 2016, p. 443).

1.9. Propiedades biológicas y fisicoquímicas

Actividad membranolíticas: Investigaciones en animales experimentales (ratas) han demostrado propiedades membranolíticas que actúan en el intestino delgado disminuyendo el colesterol, triglicéridos y glucosa (Ahumada et al., 2016, p. 452).

Efecto adyuvante: Los metabolitos secundarios provenientes de agentes naturales, pueden ser componentes en la creación de vacunas infalibles en el descubrimiento de inmunoadyuvantes donde se ha observado la estimulación de células T y B comprobando que las saponinas intensifican la reacción inmune (Ahumada et al., 2016, p. 455).

Actividad antiinflamatoria: Las saponinas presentan propiedades antiinflamatorias en las etapas exudativas y propagación de la inflamación, el propósito es reducir el óxido nítrico (NO) e inhibir la descarga de citoquinas inflamatorias (Ahumada et al., 2016, p. 457).

Actividad antifúngica: Las estructuras bi y monodesmosídicas de las saponinas impiden el incremento de la *Candida albicans* además pueden ser usadas para la protección de las plantas contra plagas provocadas por bacterias y hongos (Ahumada et al., 2016, p. 458).

Actividad antioxidante: El estrés oxidativo puede generar desórdenes degenerativos, actúan inhibiendo la peroxidación lipídica resultado un protector del grupo tiol (Ahumada et al., 2016, p. 459).

Actividad molusquicida: Las saponinas son utilizadas como controles de plagas, frente a una especie de caracoles denominados *Pomacea canaliculata* que ataca a los sembríos de arroz (Ahumada et al., 2016, p. 459).

Actividad surfactante: Por su estructura anfifílica, generan espuma en medios acuosas, son llamados detergentes naturales que son empleados en artículos de aseo (Ahumada et al., 2016, p. 453).

1.10. Saponinas en la industria cosmética

Las saponinas han aumentado su fama en la cosmética, son agentes que disminuyen la tensión superficial son utilizados como agentes naturales de lavado, emulsionantes y espumantes son consideradas como sustancias hidratantes, antioxidantes, antibacteriana y antiinflamatoria, es un gran ingrediente en la preparación de cosméticos naturales (Niziol y Bujak, 2018, p. 768).

Son tensoactivos naturales que se emplea en artículos de aseo personal como geles de ducha, shampoo, baños de espuma, acondicionadores de cabello, detergentes, jabones líquidos, enjuagues bucales y pastas dentales además las saponinas y saponinas se utilizan como ingredientes en cosméticos para detener el envejecimiento de la piel (Roopashree y Naik, 2019, p. 10).

1.11. Jabón líquido

Son productos que son elaborados a base de la saponificación de aceites o grasas con un elevado contenido de ácido oleico, hidróxido de sodio y potasio en mezclas proporcionales, el jabón líquido es un producto cosmético empleado en la higiene de manos y cuerpo y son elaborados con agentes tensoactivos, humectantes, viscosantes o espesantes ingredientes que no provocan resequead en la piel, la espuma es menor por lo cual no deja residuos en la piel manteniendo un equilibrio del pH y protegiendo de agresiones externas (Hilario, 2019, p. 59).

1.11.1. Tipos de jabón líquido

Jabón líquido natural está formado por mezcla de ácidos grasos de palma o coco, para obtener el producto deseado se adiciona porciones mínimas de aceite vegetal de girasol o soya, la utilización de álcali de hidróxido de potasio da origen a jabones que pueden ocasionar irritación y resequead (Pilco, 2020, p. 14).

Jabón líquido semisintético es la mezcla de surfactantes de ácido oleico producto de la neutralización de una amina orgánica llamada monoetanolamina, son sustancias solubles en agua y otorga la sensación de limpieza a la piel (Pilco, 2020, p. 15).

Jabón líquido sintético contiene agentes espumantes como los surfactantes, se les añade en proporciones pequeñas aceites esenciales, aditivos que aportan cuidados específicos, ofreciendo fragancias y colores agradable además poseen propiedades limpiadoras, compatibles con distintos tipos de agua (Pilco, 2020, p. 15).

1.11.2. Acción limpiadora

El jabón presenta dos porciones, la porción que carece de carga interacciona con la sustancia grasa desasiéndola, mientras que la porción con carga se dirige al exterior creando gotas, las moléculas de jabón cubren totalmente la gota grasa formando una micela que posee agua y grasa (Regla et al., 2014, p. 5).

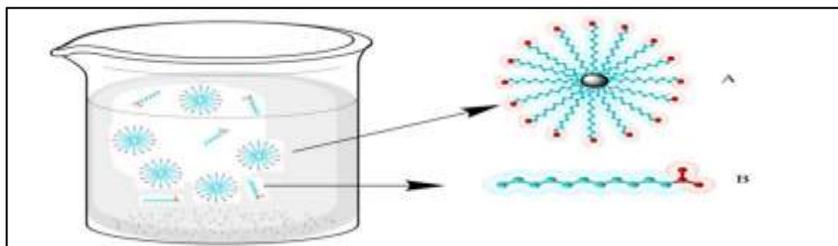


Figura 3-1: Formación micelar donde A es una micela y B una molécula de jabón.

Fuente: (Regla et al., 2014, p.5).

1.12. Componentes jabón líquido

Tabla 2-1: Principales componentes del jabón líquido

| Ingredientes | Cantidad (% en peso) | Función |
|--------------------------|----------------------|--|
| Tensoactivos | 10 - 40 | Limpieza, espuma |
| Emolientes | 1 - 30 | Hidratación, acondicionador de la piel |
| Modificadores reológicos | 1 – 5 | Control de viscosidad |
| Preservantes | < 1.0 | Estabilidad microbiana |
| Fragancias | 0.3 – 1.5 | Estética |
| Agentes de coloración | < 0.1 | Estética |
| Otros aditivos | 0 - 3 | Antibacteriano, exfoliante |
| Agua | Equilibrar | Vehículo de solubilización |

Fuente: (Gutierrez, 2018, p. 13).

Elaborado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Los surfactantes constituyen uno de los componentes más utilizados en el aseo, un surfactante es aquel que establece una interface cuando se diluye en agua entre la solución surfactante y la piel o la solución surfactante y el aire.

Esta capacidad se debe a sus moléculas que están formadas por una parte polar hidrófilo y otra no polar hidrófobo, existe distintos tipos de surfactantes como: alquilsulfatos el más representativo es el laurilsulfato son surfactantes aniónicos tienen excelentes propiedades de formar espuma y pueden ocasionar irritación, alquil-éter-sulfatos actúa como tensoactivo principal o secundario no generan efectos adversos al momento de su uso, betaínas son surfactantes anfotéricos su mejor rendimiento dependerá únicamente pH, pueden mejorar la calidad de la espuma o aumentar la viscosidad (González, 2006, pp. 72-73).

Los aditivos empleados en los jabones son: sequestrantes EDTA, viscosantes (cocamide, derivados de celulosa), estabilizadores de espuma (cocamide), anti resecanes (esteres de metilcelulosaetoxilada y alcohoxilada), alcoholes de lanolina, hidroxilados de proteínas, glicerina, conservantes (parabenos, formaldehído), agua, fragancias y colorantes (De la Rosa Mintha y Pacheco, 2015, pp. 19-20).

1.13. Propiedades físicas de los jabones

Presentan propiedades vinculadas con su forma y estructura, la más representativas son la viscosidad y generación de espuma.

Viscosidad

Es la firmeza que ejercen las moléculas de un líquido para apartarse entre ellas o la resistencia de un líquido a deformarse en razón de las fuerzas de adherencias que existe entre las moléculas del

líquido, la viscosidad dinámica de los jabones líquidos es la propiedad de resistencia a fluir debido a la fricción que existe entre las moléculas (Arévalo y Bravo, 2018, p. 28).

Espuma

Al momento de utilizar un jabón la presencia de espuma no delimita la eficacia del jabón, no representa un elemento clave en la acción limpiadora, sin embargo las personas consideran importante utilizar jabones que presente una estabilidad de espuma, que debe reducir a más del 50 % en un tiempo máximo de 30 segundos ya que a mayor tiempo empleado se disminuye la rapidez del lavado usando mayor tiempo para quitar la espuma (Medina y Santillan, 2019, p. 64).

1.14. Requisitos según la norma NTE INEN 842

Según la norma se especifica los requisitos que debe cumplir un jabón líquido:

- El producto debe producir espuma durante su uso.
- Debe ser soluble en agua.
- Puede contener en su formulación perfumes, pigmentos, colorantes y antioxidantes.
- Su presentación debe ser como una solución acuosa y homogénea.
- El producto en su envase original debe permanecer en condiciones de uso y almacenamiento normales (INEN, 2015, p. 2).

1.15. Requisitos microbiológicos de productos cosméticos NTE INEN 2867

Tabla 3-1: Límites microbiológicos de productos cosméticos

| Área de aplicación | | Requisitos | | Límites de aceptabilidad |
|--|--|------------------------------|--|---|
| Productos cosméticos susceptibles a contaminación microbiológica | | Microrganismos mesófilos | | Recuento de microorganismos mesófilos aerobios totales. Límite máximo 5×10^3 ufc*/g o ml |
| | | aerobios totales | | Ausencia de <i>Pseudomona aeruginosa</i> en ml |
| | | <i>Pseudomona aeruginosa</i> | | Ausencia de <i>Staphylococcus aureus</i> en 1 g o ml |
| | | <i>Staphylococcus aureus</i> | | Ausencia de <i>Escherichia coli</i> en 1 g o ml |
| | | <i>Escherichia coli</i> | | |

Fuente: NTE INEN 2867, 2015, p. 3.

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de investigación

Esta investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

- Laboratorio de Productos Naturales
- Laboratorio de Investigación de la Facultad de Ciencias
- Laboratorio de Tecnología Farmacéutica
- Laboratorio de Microbiología

2.2. Población de estudio

Saponinas aisladas del mojuelo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) procedentes de la planta procesadora de quinua Maquita Cushunchic ubicada en la parroquia Calpi cantón Riobamba provincia Chimborazo.

2.3. Equipos, materiales y reactivos

2.3.1. Equipos

- Balanza Analítica
- Rotavapor
- Agitador magnético
- Equipo HPLC
- Baño María Ultrasónico Sonificador
- Equipo de filtración de fase móvil de HPLC
- Viscosímetro
- Bomba de vacío
- Refrigerador
- Estufa
- Centrifuga
- Cámara de estabilidad
- Cocina industrial

2.3.2. Materiales

- Vasos de precipitación 50, 100 y 400 mL
- Varilla de agitación
- Pipetas de 5 mL
- Probetas de 100 mL
- Picnómetros de 10 mL
- Tubos de ensayo
- Gradillas de tubo
- Vidrios reloj
- Termómetro
- Espátula
- Frascos ámbar con tapa
- Frascos de plástico 250 mL
- Bandejas de aluminio
- Bandejas de vidrio
- Balón esmerilizado de 500 mL
- Papel aluminio
- Pipetas pauster
- Espátula
- Pera de succión
- Cajas Petri

2.3.3. Reactivos

- Saponinas
- Agua destilada
- Etanol 96%
- Metanol
- Butanol
- Éter dietílico
- Ácido fórmico
- Acetonitrilo
- Carboximetilcelulosa
- Benzoato de sodio

- Ácido cítrico
- Texapón®
- Comperlan ®
- Cloruro de sodio
- Agua de peptona
- Agar Tripticasa Soya
- Agar Sangre
- Agar MacConkey

2.4. Técnicas y métodos

2.4.1. Extracción de saponina cruda

- Se pesó 2500 g de mojuelo de quinua y se colocó en una funda de lienzo.
- En un recipiente se añadió 4 litros de agua destilada y 1 litro de etanol al 96%.
- Se dejó remojar el mojuelo en la solución Et/ H₂O durante 30 minutos.
- Se agito durante 3 horas la muestra para que la saponina se desprenda completamente durante el proceso se genera espuma.
- El extracto acuoso se colocó en recipientes de plástico y se dejó en reposo durante 48 horas.
- Durante ese lapso de tiempo las proteínas y almidones se sedimentaron, el líquido de la parte superior contiene saponinas.
- El líquido obtenido se trasvaso en una olla y se evaporó a fuego lento hasta que quede un líquido oscuro y viscoso.
- El líquido obtenido se colocó en bandejas de vidrio se dejó secar por 24 horas a temperatura ambiente hasta que cristalice.

2.4.2. Método de purificación de saponinas

Para la obtención de saponinas purificadas se utilizó la metodología descrita por Vicente Gianna en el trabajo titulado “*Extracción, cuantificación y purificación de saponinas de semilla de Chenopodium quinoa Willd provenientes del Noroeste Argentino*” (Vicente, 2013, pp. 96-100).

- En un vaso de precipitación se pesó 1,50 g de saponinas se añadió a la muestra 400 mL de agua destilada y 100 mL de butanol se colocó en el agitador magnético durante 1 hora hasta completa disolución.
- Se dejó en refrigeración durante 3 días, las fases obtenidas se separaron por decantación.
- El extracto butanólico se concentró a sequedad en el evaporador rotatorio.

- El concentrado se colocó en la estufa a temperatura de 50°C hasta sequedad y se obtuvo saponinas cristalizadas.
- En un tubo de ensayo se colocó la saponina purificada y se añadió 7,5 mL de éter dietílico y 1 mL de agua destilada.
- Se centrifugó la muestra durante 5 minutos a 2500 rpm.
- Se separaron las fases, el precipitado se colocó en un crisol y por enfriamiento se efectuó la recristalización.

2.4.3. *Determinación de saponinas por cromatografía HPLC*

Para el análisis de saponinas por cromatografía por HPLC se empleó la metodología de Lozano Maribel y sus colaboradores se utilizó una columna C18 de 4 mm*125 mm, posteriormente se inyectó un volumen de 15 µl de muestra concentrada a 100 ppm de saponina purificada donde se utilizó como solvente acetonitrilo al 100 % a un flujo de 2.0 mL/min durante 6 minutos, temperatura 37°C y $\lambda=220$ nm (Lozano et al., 2012, p. 137).

2.5. **Formulaciones de jabón líquido**

Se desarrollaron varias formulaciones de 250 mL, como variables se utilizó diversas concentraciones de: texapón® comperlan®, betaínas y saponinas.

Tabla 1-2: Formulaciones de jabón líquido

| Ingredientes | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 | F6 | F7 | F8 | F9 | F10 |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Agua (mL) | 230 | 238 | 243 | 235 | 227 | 237 | 229 | 232 | 231 | 227 |
| CMC (g) | 0,5 | 1,5 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 1,0 | 2,0 |
| Saponinas (g) | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 0,5 | 2,0 | 2,5 | 1,5 | 2,2 | 3,0 |
| Texapón®(g) | 4,0 | 4,0 | - | 4,0 | 12,0 | 5,0 | 7,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 |
| Comperlan® (g) | - | 3,0 | 2,0 | 4,0 | - | - | - | - | - | 6,0 |
| Betaínas (g) | - | - | - | - | - | - | 6,0 | 5,0 | 5,0 | - |
| Glicerina (g) | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 7,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 |
| Benzoato de sodio (g) | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| Ácido cítrico (g) | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Cloruro de sodio (g) | 0,5 | - | - | - | - | - | - | - | 0,7 | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

2.6. Procedimiento para la elaboración de jabón líquido

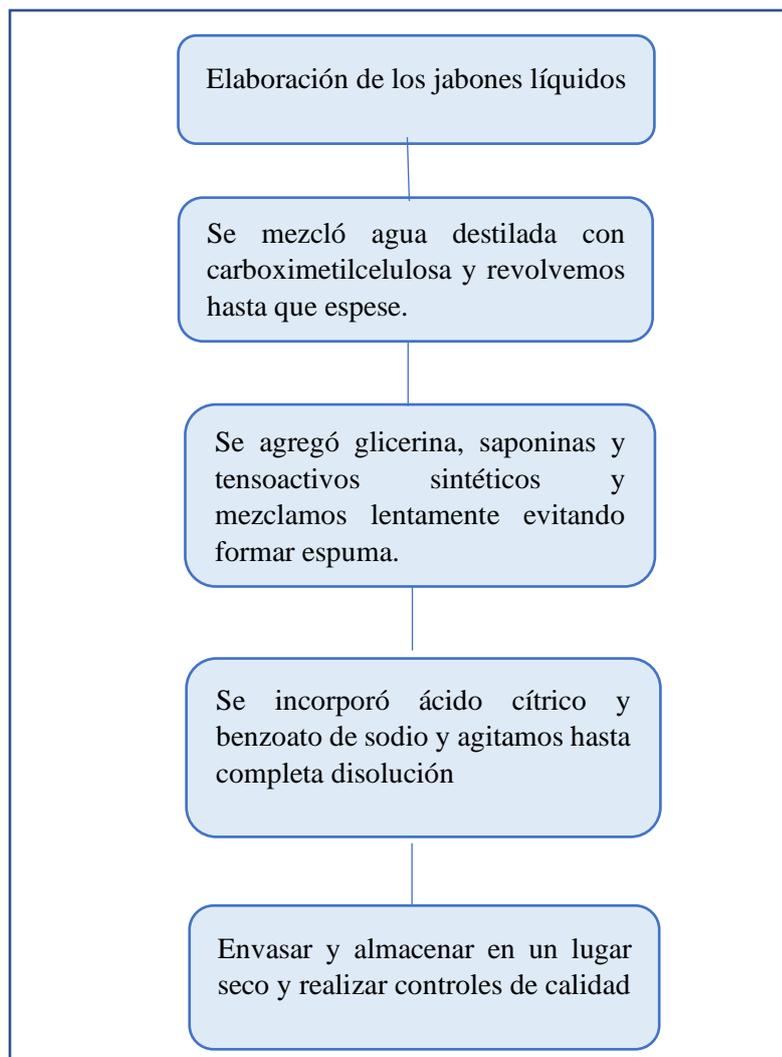


Gráfico 1-2: Proceso de elaboración de jabón líquido.

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

2.7. Pruebas de estabilidad acelerada

Se ejecuta en ambientes en condiciones controladas donde el producto está sometido a situaciones de alta temperatura y humedad. Se utilizó la técnica ejecutada por Díaz, año 2018, donde someten al producto a temperaturas $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y HR $75\% \pm 5\%$ (Díaz, 2018, p. 54).

Se diseñó tres formulaciones con tres repeticiones en envases de 250 mL para cada una de ellas. Se hicieron 6 controles, equivalente a 15 días de estudio, para determinar la mejor formulación según parámetros fisicoquímicos una vez culminado el estudio.

2.8. Control de calidad

2.8.1. Pruebas organolépticas

Son medios para valorar las propiedades de un producto y son captados por los órganos de los sentidos que permiten evaluar el aspecto, color, olor, sabor y tacto, estas características facilitan la identificación de cambios y detectan parámetros que permitan evaluar el estado de la muestra, esta puede presentar alteraciones como: cambio de color, formación de grumos, separación de fases, sedimentación y turbidez (Melo y Moncada, 2016, p. 11).

2.8.2. Pruebas fisicoquímicas

Son ensayos técnicos para determinar una o más características donde se emplea un método específico, la medición se realiza mediante equipos adecuados que se encuentren calibrados y en buen funcionamiento (Melo y Moncada, 2016, p. 13). Los métodos más comunes son:

2.8.2.1. Determinación de la densidad relativa

La densidad es la relación entre la masa y el volumen con relación al agua, se utilizó un picnómetro de 10 mL en buen estado, se procedió a pesar el picnómetro vacío incorporado la tapa así mismo se llenó el picnómetro con agua y se pesó por último el picnómetro con la muestra a analizar, se llevó a cabo por triplicado (Rodríguez et al, 2016, p. 1478).

2.8.2.2. pH

Se analizó el pH mediante el método potenciométrico utilizando un peachímetro digital previamente calibrado se procedió a sacar el electrodo del tampón, lavar con agua destilada y secar con papel filtro, en un vaso de precipitación se colocó la muestra de jabón líquido y se introduce el electrodo limpio homogenizar y determinar el pH en el potenciómetro (Sanín, 2015, pp. 32-33).

2.8.2.3. Determinación de la viscosidad

Se utilizó un viscosímetro rotacional a 25⁰C con spindle N⁰3 a 100 rpm hasta que se estabilice la lectura, los resultados son expresados en centipoise (cPs) se realizó por triplicado (Osorio et al., 2017, p. 180).

2.9. Análisis microbiológico

Es un parámetro de calidad que se empleó para observar la presencia o ausencia de microorganismos que puedan afectar la formulación final, estos análisis se realizaron para evitar degradaciones de las formulaciones y así garantizar la seguridad del producto final.

Mesófilos aerobios totales

- Se tomó 1 g de la muestra y se disolvió en 9 mL de agua de peptona, y se obtuvo una disolución 1:10 (10^{-1}).
- Se sembró 1 mL de la solución madre (10^{-1}) en una placa Petri.
- Se tomó 1 mL de la solución madre (10^{-1}) y se colocó en un tubo de ensayo con 9 mL de agua de peptona logrando una disolución 1:100 (10^{-2}) también se sembró 1 mL ambas disoluciones se colocan en Agar Tripticasa Soya (TSA).
- Se invirtieron las placas de TSA para incubar a $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 48 horas (Cáceres, 2018, p. 41).

Pseudomona aeruginosa

- Con un asa esterilizada se procedió a estriar la disolución 1:100 (preparada e incubada a 30-35 $^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas anteriormente) en una placa de Agar Sangre.
- Se incubó a una temperatura de $32,5^{\circ}\text{C} \pm 2,5^{\circ}\text{C}$ (Cáceres, 2018, p. 43).

Staphylococcus aureus

- Con un asa previamente esterilizada, se procedió a estriar la disolución 1:100 (preparada e incubada a 30-35 $^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas anteriormente) en una placa de Agar Sangre.
- Se incubaron a una temperatura de 35 $^{\circ}\text{C}$ a 30-35 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas (Cáceres, 2018, p. 43).

Escherichia coli

- Con un asa previamente esterilizada, se procedió a estriar la disolución 1:100 (preparada e incubada a 30-35 $^{\circ}\text{C}$ por 18 a 24 horas) en una placa de Agar MacConey.
- Se incubó a una temperatura de $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas (Cáceres, 2018, p. 45)

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Rendimiento de la extracción de saponinas

Se utilizó una mezcla hidroalcohólica de agua/etanol a temperatura ambiente obteniendo un rendimiento del 85,40%. Para mejorar la extracción se empleó EtOH/H₂O, las saponinas son termolábiles y estas pueden sufrir hidrólisis a temperaturas de 70°C el tiempo más adecuado para obtener un mayor rendimiento es de 3 días (Lozano et al., 2012, pp. 133-136).

Las saponinas son compuestos solubles en solventes polares como agua y alcohol, por lo cual estos componentes son mayormente empleados por su fácil acceso y económicos como es el agua y etanol: los rendimientos en agua van desde 60 y 70% y en etanol de 55-65% (Usiña, 2017, pp. 41-42).

3.2. Determinación de la concentración de saponina en el extracto obtenido

La muestra que se analizó por HPLC fue saponina purificada, se pesó 0,05 g de saponina purificada, se aforó en una solución de agua y etanol 80 % en un balón de 10 mL obteniendo una solución con una concentración de 4750 ppm.

Se obtuvo una relación lineal $y = 19.693x + 0.2101$ donde $R^2 = 0,9998$ obteniendo un porcentaje de 77,35 % misma que se encuentra incorporada en las formulaciones de jabón líquido.

Para establecer la pureza de las saponinas se tomó como relación un estándar del 95 % de pureza, según Lozano para cuantificar la saponinas mediante HPLC primeramente se debe realizar el cromatograma del estándar, se debe correlacionar las áreas obtenidas y los resultados serán expuestos en porcentajes dependiendo de la composición (Lozano et al., 2012, p. 134).

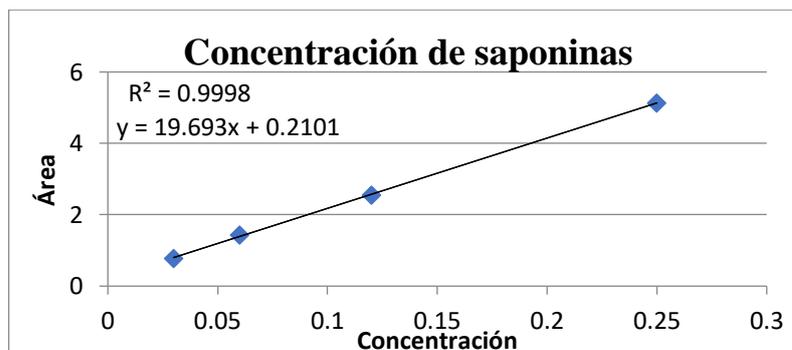


Gráfico 1-3: Curva de calibración de la concentración de saponinas.

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

3.3. Formulaciones de jabón líquido

Se diseñaron 10 formulaciones con distintas concentraciones de saponinas, texapón®, comperlan® y betaínas, se seleccionó la mejor formulación donde se realizaron variaciones en la concentración de saponinas para obtener las 3 formulaciones de mejor desempeño, que van a hacer evaluadas en parámetros: organolépticos, fisicoquímicos y microbiológicos, finalmente se elaboraron tres formulaciones con 3 repeticiones en envases de 250 mL para cada una de ellas.

Tabla 1-3: Formulaciones de jabón líquido

| INGREDIENTES | FORMULACIÓN 1 | FORMULACIÓN 2 | FORMULACIÓN 3 |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Agua | 227 mL | 226 mL | 225 mL |
| CMC | 2,76 g | 2,76 g | 2,76 g |
| Saponinas | 0,50 g | 1,50 g | 2,50 g |
| Texapón® | 12,00 g | 12,00 g | 12,00 g |
| Glicerina | 7,10 g | 7,10 g | 7,10 g |
| Ácido cítrico | 0,32 g | 0,32 g | 0,32 g |
| Benzoato de sodio | 0,76 g | 0,76 g | 0,76 g |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Se elaboraron distintas formulaciones, donde se utilizaron diversas concentraciones de saponinas en combinación con texapón®, comperlan® y betaínas, se observó que las formulaciones que contenían comperlan® y betaínas se sedimentaba la saponina, su apariencia cambiaba era muy líquida. Las formulaciones que contenían saponinas con texapón® se mantenían homogéneas, no presentaron sedimentación, se evidenciaron una buena compatibilidad entre los dos tensoactivos. En las formulaciones los tensoactivos raramente se usan como componentes simples, por lo común necesitan unirse con otros tensoactivos para aprovechar su mejor rendimiento y obtener características físicas óptimas (Sánchez, 2004, p. 388).

Se pudo evidenciar que las formulaciones que contenían NaCl, no presentaban una compatibilidad adecuada, se observó una viscosidad pobre, las saponinas no son afín con los electrolitos, la sal es un espesante inadecuado y se utilizó CMC como espesante.

Los espesantes derivados de celulosa, son biodegradables, de baja toxicidad, son espesantes compatibles con ingredientes cosméticos que incluye tensoactivos aniónicos, catiónicos, electrolitos y materiales no iónicos, muestran un comportamiento pseudoplástico lo que confiere un incremento de espuma y un pH estable (Gil, 2018, pp. 24-25).

Las saponinas tienen la capacidad de reducir la tensión superficial del agua, son agentes de limpieza, pueden ser empleadas en la preparación de un jabón líquido, se caracteriza por reducir la producción de bacterias y radicales libres manteniendo la piel sana.

Por su efecto detergente pueden ser empleados en cosméticos como: shampoos, acondicionadores, cremas hidratantes, desmaquilladores, al proceder de una fuente biológica son materias primas renovables, amigables con el ambiente y pueden reducir la irritación que puede ocasionar ciertos tensoactivos sintéticos (López, 2020, pp. 12-13).

3.4. Valoración de las 3 formulaciones para determinar parámetros de calidad

Tabla 2-3: Resultado de valoración de las 3 formulaciones

| Ensayos | Resultados | | | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 | |
| Viscosidad | 2996,7 | 2876,1 | 2380,1 | |
| Densidad | 1,050 | 1,041 | 1,040 | |
| pH | 5,50 | 5,55 | 5,52 | |
| Características organolépticas | Apariencia | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo |
| | Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| | Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| | Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Se analizó las 3 formulaciones en distintos parámetros que aseguren la eficacia del jabón. La viscosidad es considerado como la resistencia que presenta un líquido a flujo, los límites de viscosidad está comprendido entre 1000 cPs y 5000 cPs (Medina y Santillan, 2019, p. 209), los tres jabones líquidos cumplen los límites permitidos de viscosidad, la densidad obtenida en las tres formulaciones es cercana a la densidad promedio de los jabones líquidos comerciales que oscilan entre 1,00 – 1,05 g/ml.

Un parámetro muy importante a evaluar es el pH, toda sustancia que se aplique sobre la piel debe presentar un pH entre 4,5 y 7,5 (NTE INEN 850, 2016, p. 1) evitando que se genere irritación y sequedad, las 3 formulaciones cumplen los límites permitidos, el pH a su vez es un indicador de estabilidad física (Osorio et al., 2017, p. 182).

Se valoraron las características organolépticas de las tres formulaciones, no presentaron precipitaciones, se mantienen constantes como un líquido viscoso homogéneo, su color es directamente proporcional a la cantidad de saponinas, no hay alteraciones en su aroma, se mantuvieron en condiciones óptimas.

3.5. Pruebas de estabilidad acelerada a 40°C y 75% HR

Tabla 3-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 3

| Ensayos | Resultados | | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 |
| Viscosidad | 2986,7 | 2866,1 | 2316,1 |
| Densidad | 1,050 | 1,040 | 1,040 |
| pH | 5,40 | 5,26 | 5,35 |
| Características organolépticas | Líquido viscoso, | Líquido viscoso, | Líquido viscoso, |
| Apariencia | homogéneo | homogéneo | homogéneo |
| Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Se valoró la viscosidad y densidad que permanecieron constantes. El pH se conserva en el valor de 5 no mostró variaciones. Las características organolépticas se mantuvieron invariables, no presentaron alteraciones en su apariencia física, coloración, no hay sedimentación en las muestras, manteniéndose homogéneas.

La consistencia (viscosidad), es la relación existente entre las partículas de una masa que determinara la consistencia y estabilidad para garantizar la perdurabilidad del jabón líquido, generando calidad para el consumidor (Proaño y Armas, 2011, p. 63).

Tabla 4-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 5

| Ensayos | Resultados | | |
|---------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 |
| Viscosidad | 2975,2 | 2861,1 | 2031,1 |
| Densidad | 1,050 | 1,030 | 1,040 |
| pH | 5,27 | 5,19 | 5,19 |
| Características organolépticas | Líquido viscoso, | Líquido viscoso, | Líquido poco viscoso, |
| Apariencia | homogéneo | homogéneo | homogéneo |
| Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Las formulaciones 1 y 2 presentaron cambios mínimos de viscosidad con relación a la formulación 3 que paulatinamente presentó una disminución considerable, la densidad es inversamente proporcional a la viscosidad, en las tres formulaciones presentó una variación

mínima. El pH se mantiene constante no hay variaciones, está entre los límites permitidos de la norma NTE INEN 850.

La viscosidad es un parámetro atractivo para el consumidor, una viscosidad adecuada presenta un balance entre la densidad y la fluidez, que permite evaluar la estabilidad del producto (Carrasco, 2015, p. 16).

Tabla 5-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 8

| Ensayos | Resultados | | | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 | |
| Viscosidad | 2967,7 | 2852,7 | 1817,3 | |
| Densidad | 1,041 | 1,032 | 1,015 | |
| pH | 5,05 | 5,14 | 5,17 | |
| Características organolépticas | Apariencia | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido poco viscoso, homogéneo |
| | Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| | Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| | Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

En relación a las formulaciones 1 y 2 se evidenciaron que la viscosidad sufre un cambio mínimo en comparación a la formulación 3 que presentó una viscosidad muy baja. La viscosidad puede disminuir por el aumento de la temperatura a si mismo el volumen aumenta generando un descenso de viscosidad y densidad (Proaño y Armas, 2011, p. 30).

Se determinó el pH de las tres formulaciones donde se evidencio que no hay alteraciones se mantienen vigentes. Las características organolépticas se mantuvieron estables, prácticamente no sufren variaciones en su aspecto físico, conservan sus propiedades como al inicio del estudio.

Tabla 6-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 10

| Ensayos | Resultados | | | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 | |
| Viscosidad | 2948,6 | 2820,9 | 1015,9 | |
| Densidad | 1,040 | 1,023 | 1,001 | |
| pH | 5,12 | 5,16 | 5,15 | |
| Características organolépticas | Apariencia | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido poco viscoso, homogéneo |
| | Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| | Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| | Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

La formulación 3 mostró una disminución considerable de la viscosidad con relación al control anterior, las formulaciones 1 y 2 permanecieron constantes no hay cambios drásticos en la viscosidad, el pH de las tres formulaciones se mantiene estable.

En la formulación 3 se observó una apariencia más líquida que no es la adecuada, las características organolépticas de las formulaciones 1 y 2 perduraron inalterables, su apariencia es un líquido viscoso homogéneo, su color y olor permanecen en buen estado, no hay presencia de sedimentación o impurezas.

Un indicador muy importante que puede afectar el aspecto del jabón líquido y su rendimiento, es la viscosidad, cuando mayor viscosidad tenga el producto mayor será su rendimiento al momento de usarlo (Almendárez, 2003, p. 24).

Tabla 7-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 12

| Ensayos | Resultados | | | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 | |
| Viscosidad | 2940,7 | 2790,3 | 986,4 | |
| Densidad | 1,042 | 1,040 | 1,000 | |
| pH | 5,15 | 5,07 | 5,16 | |
| Características organolépticas | Apariencia | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo | Muy líquido, homogéneo |
| | Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| | Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| | Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Los resultados que se obtuvieron en razón a la viscosidad permitieron determinar que la formulación 3 presentó una disminución paulatina de la viscosidad a lo largo del estudio, la densidad de la formulación 3 disminuye constantemente en comparación a las formulaciones 1 y 2 que permanecieron constantes, el pH de las 3 formulaciones persistió inalterable no hay cambio alguno. Se mantuvieron constantes las características organolépticas.

La viscosidad depende de las fuerzas intermoleculares que limitan el movimiento molecular, estas fuerzas se ven afectadas por cambios de temperaturas, a temperaturas elevadas, la energía térmica de la molécula aumenta las distancias intermoleculares, provocando una disminución de la viscosidad (Ortega et al., 2015, p. 85).

Tabla 8-3: Resultado de la estabilidad acelerada día de control 15

| Ensayos | Resultados | | | |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|
| | Formulación 1 | Formulación 2 | Formulación 3 | |
| Viscosidad | 2933,7 | 2783,1 | 894,1 | |
| Densidad | 1,045 | 1,034 | 1,000 | |
| pH | 5,10 | 5,16 | 5,09 | |
| Características organolépticas | Apariencia | Líquido viscoso, homogéneo | Líquido viscoso, homogéneo | Muy líquida, homogéneo |
| | Color | Amarillo claro | Café claro | Café oscuro |
| | Olor | Aromático | Aromático | Aromático |
| | Sedimentación | - | - | - |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza 2021.

En el control final, la formulación 3 con mayor cantidad de saponina presentó una baja viscosidad y densidad, un factor para dicho cambio pudo ser el incremento de la temperatura, su apariencia es una sustancia muy líquida, en comparación a las formulaciones 1 y 2 que mantienen sus características fisicoquímicas y organolépticas inalterables.

Se efectuó la estabilidad acelerada durante 15 días sometiendo a las formulaciones a temperaturas controladas de 40°C y 75% de HR (Díaz, 2018, p. 54) como se evidenció en la Tabla 8-3 la formulación 1 y 2 mantienen sus propiedades fisicoquímicas estables, no se presentaron grandes variaciones con relación al control inicial, las características organolépticas permanecen invariables.

Una vez culminado las pruebas de estabilidad se seleccionó las formulaciones 1 y 2 por mantenerse estables, sin presentar cambios fisicoquímicos, son almacenadas en un lugar adecuado y la formulación 3 fue excluida por no cumplir con los parámetros establecidos.

3.6. Análisis microbiológico

Tabla 9-3: Resultado del análisis microbiológico de las Formulaciones 1 y 2

| Microorganismo | Resultado |
|---|----------------------------|
| Microorganismos mesófilos aerobios totales | < 5x10 ³ ufc/ml |
| <i>Pseudomona aeruginosa</i> | Ausencia |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | Ausencia |
| <i>Escherichia coli</i> | Ausencia |

Realizado por: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

Se realizó el análisis microbiológico de las formulaciones 1 y 2 para establecer la presencia o ausencia de microorganismos, según la Norma INEN 2867 de productos cosméticos, se examinó cuatro microorganismos entre ellos mesófilos aerobios totales deben cumplir un límite máximo 5x10³ ufc*/g o ml y los demás microorganismos deben estar ausentes, estos parámetros

microbiológicos se evalúan en cosméticos susceptibles a posible contaminación (NTE INEN 2867, 2015, p. 3).

Los resultados expuestos en la Tabla 9-3 evidenciaron que las formulaciones 1 y 2 presentaron límites inferiores de microorganismos mesófilos aerobios, mientras que los microorganismos como la *Pseudomona aerugiosa*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* se encontraron ausentes en las dos formulaciones se demostró que los jabones líquidos cumplen con lo señalado en la Norma INEN 2867.

Según Pérez investigo en 2019 el “Efecto antimicótico del jabón elaborado a base del extracto acuoso de los granos de *Chenopodium quinoa* “QUINUA” frente a la *Candida albicans*” donde se observó que el nivel de sensibilidad del efecto antimicótico en concentraciones del 15% y 25% presentaron halos de inhibición de 12 mm y 15.8 mm respectivamente comprobando que tiene efecto antimicótico contra la *Candida albicans* (Pérez, 2019, p. 28).

3.7. Costos de producción del jabón líquido a base de saponinas de quinua

En la siguiente tabla 10-3 se efectúa el análisis de producción de un jabón líquido a base de saponinas de quinua, con un volumen de 250 mL por cada envase unitario.

Tabla 10-3: Cálculos de costos de producción del jabón líquido

| JABÓN LÍQUIDO A BASE DE SAPONINAS DE QUINUA | | | | | |
|--|------------------|-----------------|-----------------------|--------------|--|
| Unidad de costo: 12 | | | | | |
| Materiales | Unidad | Cantidad | Valor unitario | Costo | |
| Agua destilada | Litros | 1 | 3,00 | 3,00 | |
| CMC | Onza | 1 | 0,50 | 0,50 | |
| Texapón® | Kilo | 1 | 3,00 | 2,00 | |
| Glicerina | Onza | 1 | 0,50 | 0,50 | |
| Ácido cítrico | Onza | 1 | 0,50 | 0,50 | |
| Benzoato de sodio | Onza | 1 | 0,50 | 0,50 | |
| Envases | Frascos (unidad) | 12 | 1,50 | 18,00 | |
| Mano de obra | Horas | 10 | 2,00 | 20,00 | |
| Mano de obra (transporte) | Horas | 5 | 2,00 | 10,00 | |
| TOTAL, DE COSTOS | | | | 55,00 | |
| Costo unitario | | | | 4,58 | |

Realizado: Estrella Robalino, Maritza, 2021.

CONCLUSIONES

- Se empleó mezclas hidroalcohólicas de etanol y agua para la extracción de saponinas provenientes del mojuelo de quinua, obteniendo un rendimiento del 85,40% presentando un alto porcentaje de eficiencia.
- Se cuantificó la concentración de saponinas obtenidas en el extracto, mediante el análisis HPLC obteniendo un porcentaje de pureza del 77,35% la misma que se encuentran en las formulaciones, se utilizó el análisis por HPLC por su mayor eficacia y menor probabilidad de error.
- Se analizaron 3 formulaciones con distintas concentraciones de saponina que fueron sometidas a pruebas de estabilidad acelerada, se demostró que las formulaciones 1 y 2 presentan características idóneas. En las formulaciones 1 y 2 existe una ligera disminución de la viscosidad, pero se mantiene entre sus parámetros de 1000 – 5000 cPs, la densidad se mantiene entre 1,00 – 1,05 g/mL y el pH entre 4,5-7,5 según la norma NTE INEN 850, sus características organolépticas permanecen inalterables.
- Las formulaciones con las características de estabilidad más adecuadas fueron sometidas a un examen microbiológico, donde cumplen con los límites de aceptabilidad microbiológica tanto para microorganismos objetables y no objetables según la norma NTE INEN 2867.
- Se efectuó un análisis de costos de producción donde se obtuvo un jabón líquido a base de saponinas de quinua de 250 mL a un precio de 4,58 \$ por valor unitario, se demostró la rentabilidad de elaborar un jabón por sus beneficios económicos y sus bajos costos de inversión.

RECOMENDACIONES

- Buscar métodos adecuados de extracción de saponinas con el fin de utilizar menos cantidad de agua al momento de su extracción.
- Elaborar el jabón líquido a temperatura ambiente para obtener una viscosidad adecuada.
- Informar a los productores de quinua sobre los beneficios de las saponinas y su aprovechamiento económico.
- Aprovechar las cascarillas de quinua que contiene saponinas para la fabricación de diversos productos cosméticos más económicos y naturales.
- Realizar pruebas de toxicidad al jabón líquido con la finalidad de evitar reacciones alérgicas.

GLOSARIO

Amilosa: es un polímero lineal constituido por unidades de glucosa molécula no soluble en agua, puede formar micelas hidratadas (Hernández et al., 2008, p. 718).

Biosurfactantes: surfactantes de origen natural de baja toxicidad y biodegradables (Lara et al., 2017, p. 530).

Citoquinas: proteínas de bajo peso molecular producidas durante la respuesta inmune con el objetivo de regular la amplitud y duración de la respuesta inmune (Graziola, 2002, p. 380).

Peroxidación lipídica: mecanismo que incluye daño tisular asociado al envejecimiento y enfermedades asociadas (Céspedes y Castillo, 2008, p. 2).

Saponificación: reacción química entre un ácido graso y una base obteniendo como producto la sal del ácido (Proaño et al., 2015, p. 35).

Saponinas: sustancias orgánicas de origen mixto provenientes de glucósidos triterpenoides como de esteroides (FAO, 2011, p. 36).

Surfactantes: moléculas anfipáticas que poseen la capacidad de interactuar con compuestos hidrofóbicos e hidrofílicos y ubicarse en la interfase de los mismos (Raiger y López, 2009, p. 150).

BIBLIOGRAFÍA

ABUGOCH, L., "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties". *Advances in Food and Nutrition Research* [en línea], 2009, (Chile) 58(9), pp. 1-31. [Consultado 6 enero 2020]. ISSN 1043-4526. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1).

AHUMADA, A., ORTEGA, A., CHITO, D. y BENÍTEZ, R., "Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico". *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm* [en línea], 2016, (Colombia) 45(3), pp. 438-469. [Consultado 6 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>.

ALMENDÁREZ, D. Estudio técnico preliminar para la elaboración de un jabón líquido con miel de abejas como alternativa de diversificación apícola [en línea] (tesis). Escuela Agrícola Panamericana. 2003. [Consultado 21 marzo 2021]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/1862>.

APAZA, R.; et al. "Efecto de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd contra el fitopatógeno *Cercospora beticola* Sacc". *Revista de Protección Vegetal* [en línea], 2016, (Bolivia) 31(1), pp. 63-69. [Consultado 8 diciembre 2020]. ISSN 1010-2752. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v31n1/rpv09116.pdf>.

ARÉVALO, V. & BRAVO, C. Estudio Comparativo de Agentes Humectantes en una Formulación de Jabón Líquido [en línea] (tesis). (Maestría) Universidad Politécnica Salesiana, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cuenca - Ecuador. 2018. [Consultado 29 diciembre 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15532/1/UPS-CT007633.pdf>.

AYALA, F., "Desarrollo de estrategias de posicionamiento. Caso: Producto Quinua". *Perspectivas* [en línea], 2013, (Cochabamba) (32), pp. 39-60. [Consultado 30 noviembre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332013000200002.

BEZERRA, K.; et al. "Saponins and Microbial Biosurfactants: Potential Raw Materials for the Formulation of Cosmetics". *Biotechnology Progress* [en línea], 2018, (Brazil) 34(6), pp. 1-12. [Consultado 2 enero 2021]. ISSN 15206033. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/btpr.2682>.

BONILLA, H.,; et al. "Determinación de la actividad insecticida de la saponina de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en larvas de *Drosophila melanogaster*". *Scienttia Agropecuaria* [en línea], 2019, (Perú) 10(1), pp. 39-45. [Consultado 4 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n1/a04v10n1.pdf>

BRAND, D. Efectos de los tensoactivos en el medio ambiente [en línea] (tesis). Universidad Santiago de Cali. 2019. [Consultado 10 diciembre 2020]. Disponible en: <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/623>

CÁCERES, M. Determinación de la calidad microbiológica de cosméticos capilares elaborados a base de compuestos naturales comercializados en Lima Metropolitana [en línea] (tesis). Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas, Lima - Perú. 2018. [Consultado 2 marzo 2020]. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1750>.

CARRASCO, C. Evaluación de las propiedades detergentes y capacidad formadora de espuma en lavavajillas preparado con saponinas extraídas del mojuelo de quinua [en línea] (tesis). Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, La Paz - Bolivia. 2015. [Consultado 16 marzo 2020]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18149/M-285.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CÉSPEDES, E. & CASTILLO, J., "La peroxidación lipídica en el diagnóstico del estrés oxidativo del paciente hipertenso. ¿Realidad o mito?". *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas* [en línea], 2008, (Cuba), 27(2), pp. 1-13. [Consultado 1 marzo 2021]. ISSN 08640300. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v27n2/ibi03208.pdf>.

COCA, N.; et al. "Procesos de producción del *Chenopodium Quinoa* con los parámetros establecidos en la normativa INEN 1673 y la rentabilidad". *Dominio de las Ciencias* [en línea], 2016, (Ecuador), (2), pp. 3-12. [Consultado 29 noviembre 2020]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761564>

DE LA ROSA MINTHA, T. & PACHECO, J. Elaboración de un jabón líquido a partir del extracto glicólico de las hojas de *Luma chequen* (molina) A. gray con acción antibacterial [en línea] (tesis). Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Ica - Perú. 2015. [Consultado 29 diciembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/UNICA/1860/5.001.100.000.063.pdf?sequence>

=1&isAllowed=y.

DELATORRE, J.; et al. "La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), un tesoro andino para el mundo". *Idesia* [en línea], 2013, (Chile), 31(2), pp. 111-114. [Consultado 28 noviembre 2020]. ISSN 07183429. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v31n2/art17.pdf>.

DÍAZ, J., "Estudios de estabilidad de productos cosméticos". [en línea], 2018, [Consultado 13 febrero 2021]. ISBN 9789585985131. Disponible en: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONU_DI_Guía_de_Estabilidad_FINAL\(003\).pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONU_DI_Guía_de_Estabilidad_FINAL(003).pdf).

EL HAZZAM, K.; et al. "An Insight into Saponins from Quinoa (*Chenopodium quinoa*)". *molecules* [en línea], 2020, (25), pp. 1-22. [Consultado 26 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/5/1059>.

EUROECOTRADE. "Posibilidades de la Saponina de quinua en la industria cosmética". *Programa de Apoyo a la Política Peruana de Promoción de las exportaciones de Productos ecológicos* [en línea], 2016, (Perú), pp. 1-52. [Consultado 19 enero 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/HP14/Downloads/saponina quinua - pajuelo \(4\).pdf](file:///C:/Users/HP14/Downloads/saponina%20quinua%20-%20pajuelo%20(4).pdf).

FAIT, M.E. & MORCELLE, S., "Estrategias ecoamigables para el desarrollo de tensioactivos multifuncionales derivados de aminoácidos con aplicaciones farmacéuticas y cosméticas". *Revista Farmacéutica* [en línea], 2016, (Argentina), 158(2), pp. 45-67. [Consultado 21 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.anfyb.com.ar/info/revistas/2016/5-Fait-f.pdf>.

FAO. "La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial". [en línea], 2011, [Consultado 25 noviembre 2020]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>.

FONSECA, B.; et al., "Sustainability , natural and organic cosmetics : consumer , products , efficacy , toxicological and regulatory considerations". *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* [en línea], 2015, (Brazil), 51(1), pp. 17-26. [Consultado 17 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/bjps/v51n1/1984-8250-bjps-51-01-00017.pdf>.

GARCIA, M.; et al. "Evaluación del efecto de la fertilización química y orgánica en la composición bromatológica de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) en Boyacá –

Colombia". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [en línea], 2018, (Colombia), 9(2), pp. 100-1007. [Consultado 29 noviembre 2020]. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2282/2836>.

GARCÍA, M.; et al. "Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* willd) en relación con el suelo y el clima : Una revisión". *Informador Técnico* [en línea], 2018, (Colombia), 82(2), pp. 241-249. [Consultado 30 noviembre 2020]. ISSN 2256-5035. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6772857>

GIL, J. Evaluación de modificadores reológicos en una formulación de shampoo como alternativa al uso de cloruro de sodio [en línea] (tesis). (Maestría) Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca - Ecuador. 2018. [Consultado 23 marzo 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15041>.

GONZÁLEZ, F. & BRAVO, L., "Historia y actualidad de productos para la piel, cosméticos y fragancias. Especialmente los derivados de las plantas". *Ars Pharm* [en línea], 2017, (España), 58(1), pp. 5-12. [Consultado 17 diciembre 2020]. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/ars/v58n1/2340-9894-ars-58-1-5.pdf>.

GONZÁLEZ, G., "Educación médica continua. Características de los jabones. Revisión". *Rev Cent Dermatol Pascua* [en línea], 2006, 15(2), pp. 71-75. [Consultado 29 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/derma/cd2006/cd062b.pdf?fbclid=IwAR0dGM9dFvsGHRojfAjzJVmp5GcFcaCIswDe-qZwXjFlkkC8vTqIvLJsE>.

GRAZIOLA, E., "Citoquinas: mediadores de la respuesta inmunitaria. Citoquinas en anestesia". *Argentina Anest* [en línea], 2002, (Argentina), 60(6), pp. 379-386. [Consultado 1 marzo 2021]. Disponible en: https://www.anestesia.org.ar/search/articulos_completos/1/1/282/c.pdf.

GUTIERREZ, A. Formulación de un jabón líquido a base del extracto acuoso de la cascarilla del *Chenopodium quinoa* Willd "quinua". Ayacucho 2016 [en línea] (tesis). Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. 2018. [Consultado 29 diciembre 2020]. Disponible en: http://209.45.73.22/bitstream/handle/UNSCH/3365/TESISFar519_Gut.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

HERNÁNDEZ, B., "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as source of bioactive compounds: a

review". *Bioactive Compounds in Health and Disease* [en línea], 2019, (España) 2(3), pp. 27-47. [Consultado 5 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.ffhdj.com/index.php/BioactiveCompounds/article/view/556>

HERNÁNDEZ, J., "La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus". *Revista Cubana Endocrinología* [en línea], 2015, (Cuba), 26(3), pp. 304-312. [Consultado 26 noviembre 2020]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>.

HERNÁNDEZ, M.; et al. "Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México". *Ciência e Tecnologia de Alimentos* [en línea], 2008, (México), 28(3), pp. 718-726. [Consultado 1 marzo 2021]. ISSN 0101-2061. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>.

HILARIO, Y. Atributos de los jabones líquidos y la decisión de compra de los usuarios de la empresa Salud, Equilibrio, Bienestar y Energía S.A.C. [en línea] (tesis). (Posgrado) Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima - Perú. 2019. [Consultado 28 diciembre 2020]. Disponible en: http://200.60.81.165/bitstream/handle/UNE/3144/TM_AD-Ad_4247_H1_Hilario_Zambrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

INEN NTE 842. *Agentes tensoactivos. Jabón Líquido. Requisitos.*

JANCUROVÁ, M.; et al. "Quinoa - A review". *Czech Journal of Food Sciences* [en línea], 2009, (República Eslovaca), 27(2), pp. 71-79. [Consultado 2 enero 2021]. ISSN 12121800. Disponible en: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/32_2008-CJFS.pdf.

JIMÉNEZ, D., MEDINA, S. y GRACIDA, J., "Propiedades, Aplicaciones y Producción de Biotensoactivos". *Rev. Int. Contam. Ambient* [en línea], 2010, 26(1), pp. 65-84. [Consultado 10 diciembre 2020]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992010000100006.

LARA, R. del C.; et al. "Búsqueda de capacidad productora de biosurfactantes en actinobacterias haloalcalófilas y haloalcalotolerantes". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* [en línea], 2017, (México), 33(3), pp. 529-539. [Consultado 27 febrero 2021]. ISSN 01884999. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86320633002.pdf>.

LIN, M.; et al. "Quinoa Secondary Metabolites and Their Biological Activities or Functions".

molecules [en línea], 2019, (China), 24(13), pp. 1-47. [Consultado 24 noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/13/2512>.

LÓPEZ, V. "Formulación y control de calidad de emulsiones aceite/agua a base de saponinas aisladas de *Chenopodium quinoa* Willd." [en línea] (tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2020. [Consultado 23 marzo 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/14254>.

LOZANO, M.; et al. "Cuantificación de saponinas en residuos de quinua real *Chenopodium quinoa* Willd". *Revista Boliviana de Química* [en línea], 2012, (Bolivia), 29(2), pp. 131-138. [Consultado 30 noviembre 2020]. ISSN 0250-5460. Disponible en: http://www.scielo.org/bo/pdf/rbq/v29n2/v29n2_a02.pdf.

MEDINA, F. & SANTILLAN, N. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos etanólicos del "Roque" (*Colletia spinosissima*) y (*Calendula officinalis*) frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y formulación de un jabón líquido antibacterial [en línea] (tesis). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias de la Salud, Cusco-Perú. 2019. [Consultado 29 diciembre 2020]. Disponible en: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/4641/253T20190601_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MELO, C. & MONCADA, L. Propuesta documental para la ejecución de pruebas de calidad con miras a establecer estabilidad cosmética [en línea] (tesis). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales- UDCA, Bogotá. 2016. [Consultado 20 enero 2021]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/492>.

NIZIOL, Z. & BUJAK, T. "Saponins as Natural Raw Materials for Increasing the Safety of Bodywash Cosmetic Use". *Surfact Deterg* [en línea], 2018, 21(6), pp. 767-776. [Consultado 9 diciembre 2020]. Disponible en: <https://aocs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/jsde.12168>

NTE INEN 2867. Productos Cosméticos-Requisitos.

NTE INEN 850. Productos cosméticos. Jabón líquido de tocador. Requisitos.

ORTEGA, F.; et al. "Efecto de la temperatura y concentración sobre las propiedades reológicas

de la pulpa de mango variedad Tommy Atkins". *Revista Ion* [en línea], 2015, (Colombia), 28(2), pp. 79-92. [Consultado 16 marzo 2021]. ISSN 0120-100X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3420/342043860008.pdf>.

OSORIO, M. del R.; et al. "Evaluación de la acción antiséptica de un jabón líquido utilizando algunos aceites esenciales como agente activo". *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm* [en línea], 2017, (Colombia), 46(2), pp. 176-187. [Consultado 19 febrero 2021]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v46n2/0034-7418-rccqf-46-02-00176.pdf>.

PADILLA, E.; et al. "Cosméticos y Cosmecéuticos en México". *Revista Médico-Científica de la Secretaría de Salud de Jalisco* [en línea], 2015, (México), 1(2), pp. 89-95. [Consultado 17 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/saljalisco/sj-2015/sj152e.pdf>.

PÉREZ, K. Efecto antimicótico del jabón elaborado a base del extracto acuoso de los granos de chenopodium quinoa "quinua" frente a *candida albicans* [en línea] (tesis). Universidad Católica de los Ángeles Chimbote, Facultad de Ciencias de la Salud, Chimbote-Perú. 2019. [Consultado 19 enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/11606>.

PILCO, L. Jabón líquido con aceite vegetal de sachá mangua (*Grias neuberthii* j.f.macbr.) con actividad antioxidante [en línea] (tesis). Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador. 2020. [Consultado 22 diciembre 2020]. Disponible en: <http://201.159.223.17/bitstream/123456789/897/1/T.AGROIN.B.UEA.2134.pdf>.

PRADHAN, A. & BHATTACHARYYA, A., "Quest for an Eco-Friendly Alternative Surfactant: Surface and Foam Characteristics of Natural Surfactants". *Journal of Cleaner Production* [en línea], 2017, (150), pp. 1-14. [Consultado 9 diciembre 2020]. ISSN 0959-6526. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.013>.

PROAÑO, C. y ARMAS, D. "Estudio de la influencia del suero de leche fermentado en la elaboración de jabón líquido con ph ácido" [en línea] (tesis). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ibarra-Ecuador. 2011. [Consultado 19 febrero 2021]. Disponible en: [file:///C:/Users/HP14/Downloads/03 AGI 292 TESIS \(3\).pdf](file:///C:/Users/HP14/Downloads/03%20AGI%20TESIS%20(3).pdf).

PROAÑO, F.; et al. "Evaluación de tres métodos de saponificación en dos tipos de grasas como

protección ante la degradación ruminal bovina. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea], 2015, (Cuba), 49(1), pp. 35-39. [Consultado 1 marzo 2021]. ISSN 0034-7485. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v27n2/ibi03208.pdf>.

RAIGER, L. & LÓPEZ, N., "Los biosuractantes y la industria petrolera". *Revista Química Viva* [en línea], 2009, (Argentina), (3), pp. 146-161. [Consultado 27 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86320633002.pdf>.

REGLA, I.; et al. "La química del jabón y algunas aplicaciones". *Revista digital universitaria* [en línea], 2014, 15(1), pp. 1-15. [Consultado 22 diciembre 2020]. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num5/art38/art38.pdf>.

REPO, V.; et al. "Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciencia e Tecnología de Alimentos* [en línea], 2011, 31(1), pp. 225-230. [Consultado 2 enero 2021]. Disponible en: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v31n1/35.pdf>.

RODRÍGUEZ, S.; et al. "Uso de materias primas naturales en la elaboración de cosméticos y su control de calidad". *Jovenes en la ciencia* [en línea], 2016, 2(1), pp. 1476-1480. [Consultado 27 enero 2021]. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1311>.

ROMO, S.; et al., "Potencial Nutricional De Harinas De Quinoa (*Chenopodium Quinoa* W) Variedad Piartal En Los Andes Colombianos Primera Parte". *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial BSAA* [en línea], 2006, 4(1), pp. 112-125. [Consultado 2 diciembre 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117954>.

ROOPASHREE, K. & NAIK, D., "Saponins: Properties, Applications and as Insecticides: A Review". *Trends in Biosciences* [en línea], 2019, 12(1), pp. 1-14. [Consultado 9 diciembre 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Roopashree-K-M/publication/333531471_Saponins_Properties_Applications_and_as_Insecticides_A_Review/links/5cf20dd7a6fdcc8475fb98d2/Saponins-Properties-Applications-and-as-Insecticides-A-Review.pdf

SÁNCHEZ, A., "Algunas aplicaciones de oleoquímica en jabones y detergentes". *Revista Palmas* [en línea], 2004, (25), pp. 383-400. [Consultado 23 marzo 2021]. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1056/1056>.

SANÍN, F. Determinación de las propiedades físico - químicas del jabón líquido elaborado a partir de la planta medicinal *Piper aduncum*, matico, para uso dermatológico [en línea] (tesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, Guayaquil-Ecuador. 2015. [Consultado 27 enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8157>.

SATHEESH, N. & WORKNEH, S., "Review on structural, nutritional and anti-nutritional composition of Teff (*Eragrostis tef*) in comparison with Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd .)". *Cogent Food & Agriculture* [en línea], 2018, 4(1), pp. 1-27. [Consultado 4 diciembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1546942>.

SUXO, Y.; et al. "Sapogenins From the Husk of *Chenopodium Quinoa*, the Obtaining of Their Derivatives, and the Evaluation of Their Cytotoxic Activity". *Revista Boliviana de Química* [en línea], 2018, (Bolivia), 35(3), pp. 98-107. [Consultado 8 febrero 2021]. ISSN 0250-5460. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=426357896003>.

TRUJILLO, N. & VALENCIA, F. Determinación un método eficiente para la extracción de saponinas producidas durante el lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) y su uso como tensoactivo en la elaboración de champú [en línea] (tesis). Universidad de las Américas. 2017. [Consultado 10 febrero 2021]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8348/6/UDLA-EC-TIAG-2017-40.pdf>.

USIÑA, K. Análisis de las propiedades surfactantes de saponinas obtenidas de los frutos *Sapindus saponaria* L [en línea] (tesis). Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Ecuador. 2017. [Consultado 28 marzo 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13116>.

VEGA, A.; et al. "Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: A review". *Science of Food and Agriculture* [en línea], 2010, 90(15), pp. 2541-2547. [Consultado 7 diciembre 2020]. ISSN 00225142. DOI 10.1002/jsfa.4158. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.4158>

VICENTE, G. "Extracción, cuantificación y purificación de saponinas de semillas de *Chenopodium quinoa* willd provenientes del Noroeste Argentino" [en línea] (Tesis). (Doctorado) Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Córdoba. 2013. [Consultado 27 enero 2021]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1413>.

VILCACUNDO, R. & HERNÁNDEZ, B., "Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd)". *Opinión actual en ciencia de los alimentos* [en línea], 2016, (14), pp. 1-21. [Consultado 4 diciembre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.11.007>.

**LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE**

 Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.09.28 08:02:21 -05'00'

ANEXOS

ANEXO A: OBTENCIÓN DE LA SAPONINA CRUDA



Extracto acuoso separación de fases



Evaporación del solvente orgánico



Obtención de saponinas purificadas

ANEXO B: CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS POR HPLC



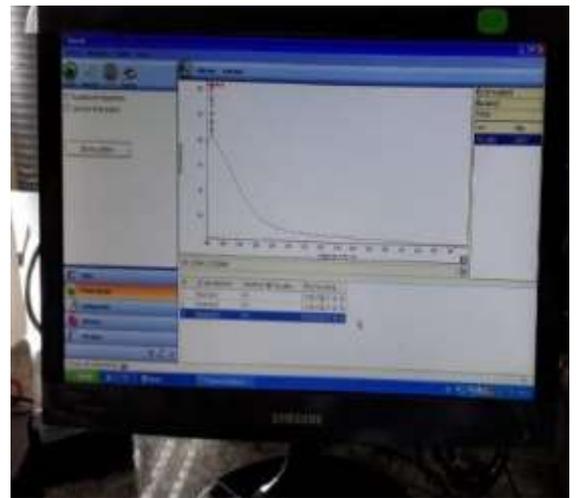
Preparación de la fase móvil para el HPLC



Filtración de la fase móvil



Sonificar la muestras



Lecturas de las muestras en el HPLC

ANEXO C: ESTABILIDAD ACELERADA DE LOS JABONES LÍQUIDOS



Distintas formulaciones a concentraciones diferentes



Cámara de estabilidad a 40°C y HR 75%

ANEXO D: PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD



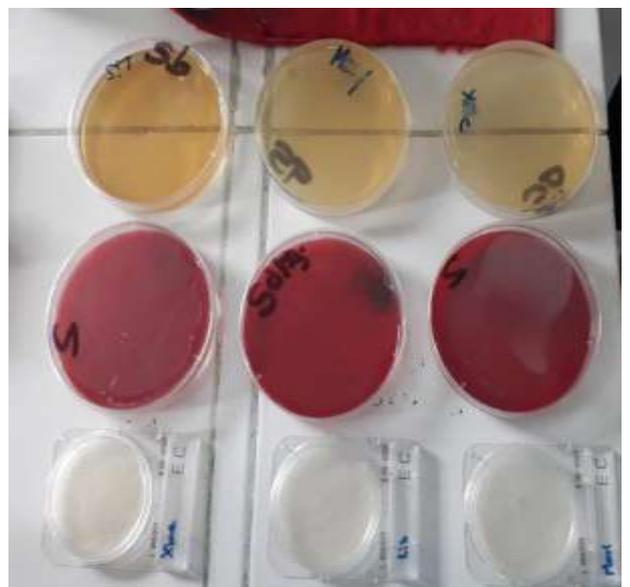
Viscosidad



pH



Densidad



Análisis microbiológico



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

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: 07 / 09 / 2021

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: <i>Maritza Elizabeth Estrella Robalino</i> |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: <i>Ciencias</i> |
| Carrera: <i>Bioquímica y Farmacia</i> |
| Título a optar: <i>Bioquímica Farmacéutica</i> |
| f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i> |

**LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE**



Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.09.07 15:16:35 -05'00'



1685-DBRA-UTP-2021