



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**ELABORACIÓN DE UNA CREMA LIMPIADORA, CON SAPONINAS
DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa*)**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar por el grado académico de:

BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA

AUTORA: GRACIELA LISBETH QUINAPANTA TELENCHANA

DIRECTOR: BQF. DIEGO RENATO VINUEZA TAPIA, MSc.

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Graciela Lisbeth Quinapanta Telenchana

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, Graciela Lisbeth Quinapanta Telenchana, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de agosto de 2021



Graciela Lisbeth Quinapanta Telenchana
C.I. 180456983-6

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Trabajo Experimental, **ELABORACIÓN DE UNA CREMA LIMPIADORA, CON SAPONINAS DE QUINUA (*Chenopodium Quinoa*)**, realizado por la señorita: **GRACIELA LISBETH QUINAPANTA TELENCHANA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|--------------|--------------|
| BQF. Adriana Isabel Rodríguez Basantes MSc. PRESIDENTA DEL TRIBUNAL | _____ | 2021-08-03 |
| BQF. Diego Renato Vinueza Tapia, MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | _____ | 2021-08-03 |
| Dr. Galo Alberto Insuasti Castelo MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL | _____ | 2021-08-03 |

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico a Dios por ser mi guía y protector a lo largo de todo mi camino. A mis padres Luis y Carmen, por ser mi apoyo incondicional y siempre motivarme a superarme día a día, a no rendirme en cumplir cada uno de mis sueños, por estar presentes en todo momento y ser mi motivación para superarme, gracias infinitas por todo lo que han hecho por mí.

Lisbeth

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a Dios por protegerme siempre y darme la sabiduría para lograr mis objetivos. A mis padres por apoyarme en todo hasta llegar a mi meta, por ser mis guías y mi ejemplo de perseverancia a seguir, les agradezco por confiar en mí por apoyarme económicamente y moralmente, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible, a mis hermanos Mateo y David porque con ustedes fueron mi inspiración para seguir adelante. Dario gracias por ser mi compañero y quien me apoyo moralmente durante toda mi etapa universitaria. Agradezco a mi amiga incondicional Aracely Naranjo por siempre apoyarme en todo lo que necesite.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme las puertas de esta dichosa institución y ser quien me otorga mi título anhelado. A mi director del trabajo de titulación el BQF. Diego Vinuesa por ser un gran docente que compartió sus conocimientos para que pueda culminar mi trabajo de titulación, gracias infinitas a la Dra. Susana Abdo, quien aceptó ser mi guía desde el inicio de mi trabajo, por ser una gran persona, y asesorarme en cada uno de los procesos que realicé, al miembro de mi trabajo el Dr. Galo Insuasti gracias por su paciencia y su ayuda brindada.

Lisbeth

TABLA DE CONTENIDOS

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

CAPÍTULO I

| | |
|---|-----------|
| 1. MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1. Quinoa..... | 4 |
| 1.1.2. Definición | 4 |
| 1.1.3. Taxonomía de la Quinoa..... | 5 |
| 1.1.4. Características de la quinoa | 5 |
| 1.2. Saponinas de la quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)..... | 6 |
| 1.2.1. Estructura de las saponinas de quinoa | 7 |
| 1.2.2. Saponinas en la industria cosmética | 9 |
| 1.2.3. Cosmética Natural | 9 |
| 1.2.4. Métodos de extracción de saponinas | 9 |
| 1.2.4.1. Extracción manual | 9 |
| 1.2.4.2. Extracción vía seca, termo mecánico | 10 |
| 1.2.4.3. Extracción vía húmeda..... | 10 |
| 1.2.4.4. Extracción con químicos | 10 |
| 1.2.4.5. Extracción a altas presiones..... | 10 |
| 1.3. Tensioactivos..... | 11 |
| 1.3.1. Tensioactivos sintéticos. | 11 |
| 1.3.2. Tensioactivos naturales. | 11 |
| 1.3.2.1. Ventajas de tensoactivos naturales..... | 11 |
| 1.4. Emulsiones | 12 |
| 1.4.1. Tipos de emulsión | 12 |
| 1.4.1.1. Emulsiones oleoacuosas O/W (oil-water/)...... | 12 |
| 1.4.1.2. Emulsiones hidrooleosas W/O (Water-Oil) | 12 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.4.1.3. | <i>Emulsiones múltiples</i> | 12 |
| 1.4.1.4. | <i>Microemulsiones</i> | 13 |
| 1.5. | Cremas | 13 |
| 1.5.1. | <i>Crema limpiadora</i> | 13 |
| 1.6. | Propiedades de las emulsiones | 14 |
| 1.6.1. | <i>Solubilidad</i> | 14 |
| 1.6.2. | <i>Viscosidad</i> | 14 |
| 1.6.3. | <i>Estabilidad</i> | 15 |
| 1.6.4. | <i>pH</i> | 15 |
| 1.7. | Control de calidad | 15 |
| 1.7.1. | <i>Evaluación Físico. Química</i> | 16 |
| 1.7.1.1. | <i>Homogeneidad</i> | 16 |
| 1.7.1.2. | <i>Fenómenos de cremado o sedimentación</i> | 17 |
| 1.7.1.3. | <i>Consistencia</i> | 17 |
| 1.7.1.4. | <i>Extensibilidad</i> | 17 |
| 1.7.2. | <i>Evaluación microbiológica</i> | 17 |
| 1.8. | Balance Hidrófilo - Lipófilo | 19 |
| 1.8.1. | <i>Escala de Griffin</i> | 19 |

CAPÍTULO II

| | | |
|--------|--|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 21 |
| 2.1. | Lugar de la investigación | 21 |
| 2.2. | Población de estudio | 21 |
| 2.3. | Técnicas de recolección de datos | 21 |
| 2.4. | Equipos, materiales y reactivos | 21 |
| 2.4.1 | <i>Equipos</i> | 21 |
| 2.4.2. | <i>Materiales</i> | 22 |
| 2.4.3. | <i>Reactivos</i> | 23 |
| 2.5. | Técnicas y métodos | 23 |
| 2.5.1. | <i>Obtención de saponina cruda</i> | 23 |
| 2.5.2. | <i>Obtención de estándar purificado de saponinas</i> | 24 |
| 2.5.3. | <i>Determinación de saponinas totales por cromatografía líquida de alta resolución HPLC</i> | 24 |

| | | |
|-----------------|--|----|
| 2.5.4. | <i>Procedimiento para la elaboración de formulaciones</i> | 25 |
| 2.5.5. | <i>Ensayos de estabilidad acelerada</i> | 25 |
| 2.5.6.1. | <i>Análisis Organoléptico</i> | 25 |
| 2.5.6.2. | <i>Análisis Físico químico</i> | 26 |
| 2.5.6.3. | <i>Análisis microbiológico</i> | 27 |
| 2.5.7. | <i>Test de irritabilidad</i> | 28 |

CAPÍTULO III

| | | |
|--------------|---|----|
| 3. | MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS | 30 |
| 3.1. | Análisis de la extracción de saponina | 30 |
| 3.2. | Obtención de estándar de saponinas | 30 |
| 3.3. | Cuantificación de saponinas totales de quinua | 30 |
| 3.4. | Cálculo de HLB para mezclas de tensoactivos de Griffin | 31 |
| 3.5. | Formulación de las emulsiones agua /aceite | 35 |
| 3.6. | Evaluación de formulaciones | 36 |
| 3.7. | Evaluación de estabilidad física en estabilidad acelerada 40°C/ 75% HR | 38 |
| 3.8. | Análisis microbiológico | 45 |
| 3.9. | Test de Irritabilidad | 47 |
| 3.10. | Costos de producción | 49 |
| | CONCLUSIONES | 50 |
| | RECOMENDACIONES | 51 |
| | GLOSARIO | |
| | BIBLIOGRAFÍA | |
| | ANEXOS | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|---|----|
| Tabla 1-1: | Taxonomía de la Quinoa..... | 5 |
| Tabla 2-1: | Propiedades de las cremas limpiadoras..... | 14 |
| Tabla 3-1: | Escala de Griffin con las propiedades de los surfactantes en función del BHL..... | 20 |
| Tabla 4-3: | Valores de HLB..... | 31 |
| Tabla 5-3: | Formulaciones con Σ y % de la fase oleosa..... | 32 |
| Tabla 6-3: | % de cada uno de los componentes de la fase oleosa..... | 33 |
| Tabla 7-3: | Porcentaje de componentes por el HLB req..... | 33 |
| Tabla 8-3: | HLB requerido en cada emulsión..... | 34 |
| Tabla 9-3: | Fracciones de tensoactivos..... | 34 |
| Tabla 10-3: | HLB de la mezcla de tensoactivos..... | 34 |
| Tabla 11-2: | Formulaciones agua en aceite..... | 35 |
| Tabla 12-3: | Resultados de evaluación de formulaciones..... | 36 |
| Tabla 13-3: | Resultados de la estabilidad en el día 3..... | 38 |
| Tabla 14-3: | Resultados de la estabilidad en el día 5..... | 39 |
| Tabla 15-3: | Resultados de la estabilidad en el día 8..... | 40 |
| Tabla 16-3: | Resultados de la estabilidad en el día 10..... | 41 |
| Tabla 17-3: | Resultados de la estabilidad en el día 12..... | 42 |
| Tabla 18-3: | Resultados de la estabilidad en el día 15..... | 43 |
| Tabla 19-3: | Evaluación para el IPC..... | 47 |
| Tabla 20-3: | Interpretación de resultados de la evaluación del IPC..... | 48 |
| Tabla 21-3: | Resultados de, test de Irritabilidad..... | 48 |
| Tabla 22-3: | Cálculo de costos de producción de crema limpiadora con saponinas de quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)..... | 49 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Gráfico 1-3: | Curva de calibración estándar de saponinas..... | 31 |
| Gráfico 2-3: | Extensibilidad inicial y final. Formulación N°1..... | 44 |
| Gráfico 3-3: | Extensibilidad inicial y final. Formulación N°1..... | 44 |
| Gráfico 4-3: | Extensibilidad inicial y final. Formulación N°3..... | 45 |

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: OBTENCIÓN DE SAPONINA CRUDA

ANEXO B: PURIFICACIÓN DE SAPONINAS

ANEXO C: CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS

ANEXO D: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

ANEXO E: ESTABILIDAD ACELERADA

ANEXO F: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANEXO G: CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CREMA LIMPIADORA CON
SAPONINAS DE QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA*)

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo formular una crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium Quinoa*), se realizó la extracción de saponinas y se procedió a realizar la purificación y posterior la cuantificación mediante el análisis por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), para conocer el porcentaje de saponinas totales que va a contener cada una de las formulaciones. Se procedió a realizar la formulación de varias emulsiones agua/aceite en donde se ejecutó el cálculo del Balance Hidrofílico Lipófilo (HLB). De las formulaciones mencionadas, 3 fueron óptimas y se sometieron al control de calidad. Las formulaciones se llevaron a la cámara de estabilidad con condiciones de 40°C y 75% HR para realizar un seguimiento de estabilidad física mediante pruebas aceleradas durante 15 días. Al realizar el control de calidad de las formulaciones recién elaboradas y durante el desarrollo de estabilidad acelerada se elige a la formulación N°1 por presentar el signo de la emulsión, la extensibilidad y el pH más adecuado. Organolépticamente todas las formulaciones presentan características adecuadas. El análisis microbiológico y test de irritabilidad de la formulación óptima, muestra valores dentro de los límites de aceptabilidad siendo indicativo que el producto es apto para ser utilizado en la piel y a futuro se puede considerar como una formulación innovadora. Al evaluar el costo de producción de la crema limpiadora con saponinas de quinua se muestra un precio accesible y puede ser una gran alternativa para poder reemplazar cosméticos existentes en el mercado.

Palabras clave: <BIOQUÍMICA Y FARMACIA>, <PRODUCTOS NATURALES>, <QUINUA (*Chenopodium quinoa*)>, < BALANCE HIDROFILO LIPÓFILO (HLB)>, <SAPONINAS>.



1581-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The aim of this research was to formulate a cleansing cream with quinoa saponins (*Chenopodium Quinoa*), the extraction, purification and subsequent quantification of saponins were carried out by means of High Performance Liquid Chromatography (HPLC) analysis, in order to know the percentage of total saponins that each of the formulations will contain. The formulation of several water/oil emulsions was carried out, where the calculation of Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB) was performed. Three of the mentioned formulations were optimal and underwent to quality control. The formulations were taken to the stability chamber with conditions of 40° C and 75% RH to monitor physical stability through accelerated tests for 15 days. When carrying out the quality control of the newly elaborated formulations and during the development of accelerated stability, formulation N°1 is chosen because it presents the sign of the emulsion, the extensibility and the most suitable pH. Organoleptically, all formulations have adequate characteristics. The microbiological analysis and irritation test of the optimal formulation shows values within the limits of acceptability, indicating that the product is suitable to be used on the skin and, in the future, it can be considered as an innovative formulation. When evaluating the production cost of the cleansing cream with quinoa saponins, an affordable price is shown and it can be a great alternative to replace existing cosmetics on the market.

Keywords: <BIOCHEMISTRY AND PHARMACY>, <NATURAL PRODUCTS>, <QUINOA (*Chenopodium quinoa*)>, <HYDROPHILIC LIPOPHILIC BALANCE (HLB)>, <SAPONINS>.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo parte de un proyecto de vinculación: “Diseño e implementación de un proyecto para la producción transformación, comercialización y promoción del uso y consumo de la quinua y sus derivados” impulsado por varias carreras de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, con el fin de potenciar el desarrollo económico de los agricultores creando áreas de producción y comercialización con productos derivados de quinua.

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un pseudocereal perteneciente a la familia de plantas Amaranthacea ampliamente cultivada en países de América del Sur (Fiallos-Jurado et al., 2016: p. 197), representa un cultivo milenario y a nivel mundial, forma parte de la seguridad alimentaria, por ello hace algún tiempo se encuentra en un proceso de expansión por distintos países (Rojas et al., 2011: p. 66) como Estados Unidos y Europa donde su consumo ha ido en constante aumento (Suárez et al., 2018: p. 4041). En la cubierta de la semilla de quinua se encuentran las saponinas que son las responsables de su sabor amargo (Fiallos-Jurado et al., 2016: pp. 197). Estas saponinas son un factor antinutricional y para poder ser consumidas es necesario eliminar (El Hazzam et al., 2020: p. 22).

En el año de 1996 la quinua fue descrita por la FAO como cultivo promisorio de la humanidad, debido que a más de sus propiedades benéficas presenta múltiples usos, existiendo una gran cantidad de productos derivados de este pseudocereal que representan un gran potencial económico para la industria alimentaria, química, cosmética y farmacéutica (Rojas et al., 2011: p. 9).

Para poder retirar las saponinas, los productores de forma artesanal utilizan alta cantidad de agua para realizar lavados sucesivos (Jacobsen, 2003, p. 24), este residuo es eliminado al medio ambiente ocasionando un efecto perjudicial ya que da lugar a la generación de volúmenes considerables de residuos sólidos, además a la contaminación de las aguas naturales (Ahumada et al., 2016, p. 469).

Ciertas organizaciones y productores desde hace unos años trabajan en la búsqueda del desarrollo sostenible de residuos, como podemos mencionar a Quinoa Brasil, una compañía que se dedica a sembrar y procesar quinua con el objetivo de dar uso a las saponinas, con este producto se elaboran productos como champú, acondicionador y jabones líquidos, además para el cuidado de la piel se elaboran hidratantes, desmaquillantes, espumas para barbas y productos bucales como la crema dental, la organización menciona que el uso de saponinas tiene muchas ventajas a comparación con productos sintéticos pues son biodegradables, naturales, más hidratantes, menos agresivos, no provocan alergias y aptos para una variedad de personas (Pajuelo, 2016, p. 29).

El laboratorio creado por el grupo francés L'Oréal, denominado *L'Oreal – Chimex* líder mundial de la cosmética, tiene una alianza en Bolivia con el fin de permitir un abastecimiento responsable del salvado de quinua para fines cosméticos. L'Oréal apoya una producción durable de quinua apoyando y capacitando a los agricultores (Pajuelo, 2016, pp. 30-31).

A nivel mundial la industria cosmética ha venido en constante aumento, presentando una gran gama de productos elaborados a base de sustancias sintéticas, pudiendo intervenir de manera negativa en la piel y en los ecosistemas, debido a esta situación, aumentan los consumidores que se sienten atraídos por formulaciones naturales convirtiéndose en una opción para la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible de las personas (Alcalde, 2008, p. 96).

Para la ejecución de cremas se necesita de un emulgente donde generalmente se usan los de origen sintético, estos se pueden reemplazar por saponinas de quinua, así brindando productos naturales con alta calidad y riqueza en su formulación, evitando el uso de emulsionantes sintéticos que con el pasar del tiempo pueden llegar a producir reacciones adversas en la piel.

Hoy en día la cosmética presenta una evolución permanente, mostrando principios activos novedosos, texturas sorprendentes, presentaciones y propiedades revolucionarias (Alcalde, 2004, p. 108) y con ello como alternativa se tiene la utilización de productos naturales, amigables con el medio ambiente y la piel como las saponinas (Ahumada et al., 2016: p. 438). Ahí, la importancia de la fabricación de cremas elaboradas con productos naturales orgánicos, con la capacidad limpiadora y la utilización de conservantes quienes nos van a ayudar a verificar la estabilidad del producto final en el transcurso del tiempo (Tello Garcia, 2013, p. 154).

Las saponinas forman espumas estables en concentraciones muy bajas, 0,1 %, y por ello tienen aplicaciones cosméticas (Rojas et al., 2011, p. 36) por ende, la valorización de la saponina obtenida de la cascarilla de quinua para fines industriales aplicados al sector de la industria resolverá el problema medioambiental que se produce al depositar estos residuos (Pajuelo, 2016, p. 10).

Se propuso la elaboración de una crema limpiadora con el propósito de sustituir emulsionantes sintéticos utilizando saponinas naturales extraídas de la cascarilla de quinua, ya que estos productos naturales a más de brindar su propiedad emulgente presentan propiedades medicinales, por ejemplo: disminuyen la tensión superficial del agua mejorando así la limpieza de la piel, disminuyen la reproducción de bacterias modificando la resistencia de la pared celular bacteriana y evitan la formación de radicales libres (Guevara 2012).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar una crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*).

Objetivos Específicos

- Extraer saponinas de la cascarilla de quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Desarrollar una formulación adecuada para la elaboración de una crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Realizar el control de calidad de la crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Evaluar el costo de producción de la crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Quinua

1.1.2. Definición

La quinua es un pseudocereal con excelente calidad nutricional, se cosecha anualmente en la región andina (Abugoch, 2009, p.2), pero actualmente su expansión se ha dado a países como los Estados Unidos y países Europeos, en el año 1996 fue calificada por la FAO como un cultivo para resolver problemas de nutrición (Rojas et al., 2011: p.2).

En los últimos años su consumo ha aumentado de manera constante siendo así que el 2013 fue catalogado como el año Internacional de la Quinua por sus magníficas propiedades nutricionales y funcionales, otro aspecto importante es que tiene capacidad de crecer y desarrollarse en climas con condiciones severas tolerando heladas, salinidad y la sequía de tal modo que tiene gran flexibilidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales (Silva et al., 2020: p.2).

Debido a su composición equilibrada de alto contenido en proteínas, aminoácidos, minerales, fibras y compuestos secundarios como antioxidantes, vitaminas y la ausencia de gluten, la quinua es adecuada para pacientes con celiacía o trastornos relacionados con el gluten (Silva et al., 2020: p.3).

Además de propiedades nutricionales la quinua presenta microconstituyentes que pueden usarse debido a su funcionalidad pues brindan propiedades terapéuticas valiosas como mejorar la función inmunológica, ayudan en la reparación celular, la absorción, el transporte de calcio y la participación en el metabolismo de los ácidos grasos. Contiene una alta dosis de nutrientes como calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc y hay que mencionar que respecto a otros cereales es la que presenta mayor concentración, también posee sustancias bioactivas como son los compuestos fenólicos que presentan propiedades antioxidantes y anticancerígenas (Silva et al., 2020: p.10-11).

La quinua presenta metabolitos secundarios como son las saponinas, sustancias ampliamente estudiadas porque brindan protección natural contra patógenos y herbívoros, y pese a considerarse el factor anti nutricional se usan en otras industrias como la cosmética y la farmacéutica (Silva et al., 2020: p.11). Las saponinas son detergentes naturales y desde el enfoque nutricional o farmacológico, presentan excepcionales beneficios (Vega-Gálvez et al., 2010: p.5).

1.1.3. Taxonomía de la Quinua

Tabla 1-1: Taxonomía de la Quinua

| | |
|--------------------|---------------------------|
| Reino | <i>Plantae</i> |
| División | <i>Streptophyta</i> |
| Subdivisión | <i>Spermatophytina</i> |
| Clase | <i>Magnoliopsida</i> |
| Subclase | <i>Rosidae</i> |
| Orden | <i>Caryophyllales</i> |
| Familia | <i>Amaranthaceae</i> |
| Subfamilia | <i>Chenopodioideae</i> |
| Género | <i>Chenopodium</i> |
| Especie | <i>Chenopodium quinoa</i> |

Fuente: (Hernández, 2018, p.6).

Realizado por: Quinapanta, Lisbeth,2020.

1.1.4. Características de la quinua



Figura 1-1. Variabilidad en panojas y en color de los granos de quinua.

Fuente: (Rojas et al., 2011, p.20).

La quinua puede presentar colores entre verde, morado y rojo con hojas romboidales y triangulares, la inflorescencia es racimosa la cual contiene un eje principal donde se originan ejes secundarios y terciarios (Rojas et al., 2011: pp.21-22). Según la densidad de siembra, puede crecer de 1 a 3 m de altura y posee flores pequeñas e incompletas debido a que no presentan pétalos, el tallo es cilíndrico de 3,5 cm de diámetro puede ser recto o ramificado y su color es variable (Vega-Gálvez et al., 2010, p.2).

El fruto es una corteza dura que contiene un grano redondo y aplanado que puede alcanzar hasta 2,66 mm de diámetro, el perigonio recubre las semillas y sale fácilmente cuando se rasca. (Rojas et al., 2011: pp.21-22). Una característica de las semillas es que pueden germinar muy rápido, es decir, en unas pocas horas después de haber estado expuestas a la humedad, hay que mencionar que las raíces pueden alcanzar una profundidad de hasta 30 cm si se siembran profundamente en el suelo (Vega-Gálvez et al., 2010, p.2). El episperma que envuelve al grano consta de cuatro capas: la capa externa determina el color de la semilla, tiene una superficie rugosa y es quebradiza, se desprende fácilmente con agua y contiene saponinas (Rojas et al., 2011: pp.21-22).

1.2.Saponinas de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

Las semillas en su capa exterior contienen saponinas, estas brindan una característica protectora del medio externo y a la vez son sustancias tóxicas de gusto amargo y necesariamente deben ser retiradas antes de ser procesadas (Abugoch James, 2009, pp.2-4).

Las saponinas corresponden a un grupo de glucósidos esteroides o triterpenoides localizados en la quinua, este término deriva del género de las plantas Saponaria, donde antiguamente se usaba como jabón debido a que tienen la capacidad de formar soluciones espumosas (Abugoch James, 2009, pp.2-4).

Hoy en día, las saponinas son estudiadas por sus grandes beneficios para la salud debido a que presentan propiedades biológicas como actividades analgésicas, antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, antivirales y citotóxicas, efecto sobre la absorción de minerales y vitaminas, efectos hemolíticos e inmunoestimuladores, aumento de la permeabilidad de la mucosa intestinal y acción neuroprotectora (Abugoch James, 2009, pp.2-4). La quinua a comparación de otros alimentos muestra mayor cantidad de saponinas, se han realizado estudios a nivel de laboratorio los cuales han indicado que las bacterias patógenas orales pueden ser inhibidas por saponinas crudas obtenidas de la cascarilla de quinua (Dong et al., 2020: p.3).

Al recuperar las saponinas de la quinua, es posible crear un subproducto viable que se puede utilizar en otras industrias por las propiedades físicas, químicas y biológicas, se puede utilizar en muchas aplicaciones comerciales como en los sectores agrícolas como biopesticida, y otras industrias ya mencionadas, debido a su capacidad para formar espuma en bajas concentraciones (Silva et al., 2020: p.16). Las formulaciones a base de saponina tienen la posibilidad de no solo ser más sostenibles y ambientalmente seguras, sino que además tienen la posibilidad de conceder novedosas funcionalidades, que son inaccesibles para las moléculas sintéticas en la actualidad conocidas (Góral y Wojciechowski 2020, p. 2).

1.2.1. Estructura de las saponinas de quinua

Estas moléculas están clasificadas, por su estructura, como glucósidos esteroidales o triterpénicos, se caracterizan por las propiedades semejantes a las del jabón: cada molécula está constituida por una parte lipofílica (esteroidal o terpenica) y otra hidrofílica (glucosidos) (Dora et al., 2015: p 3).

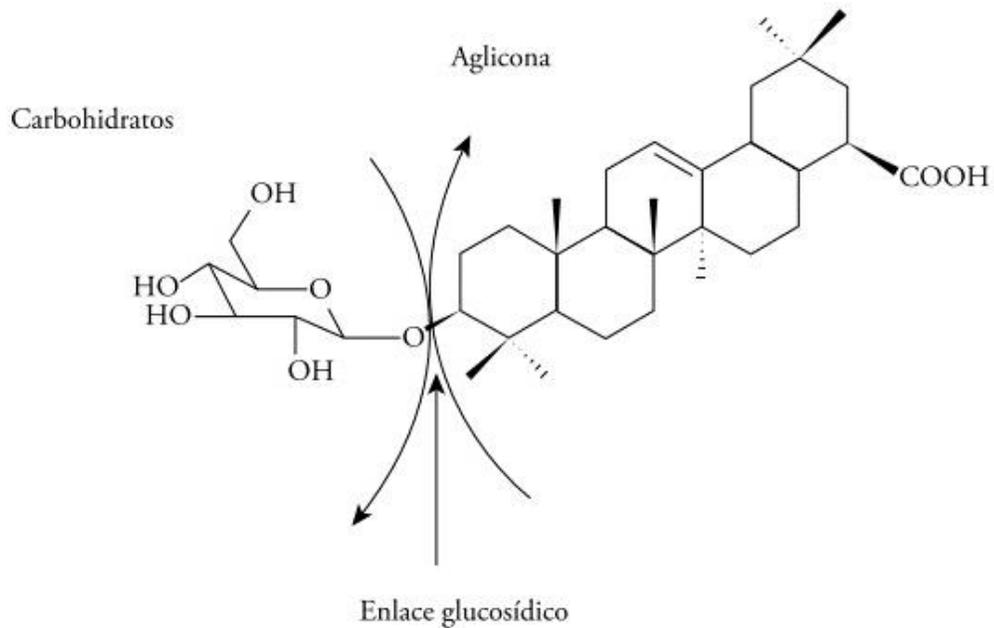
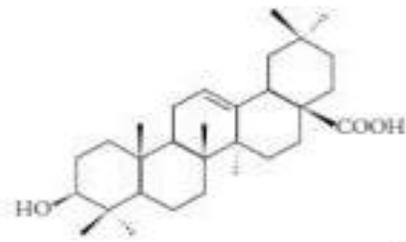


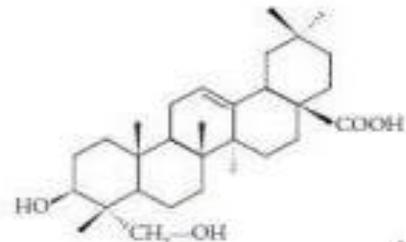
Figura 2-1. Estructura general de una saponina.

Realizado por: (Ahumada et al., 2016:p.441).

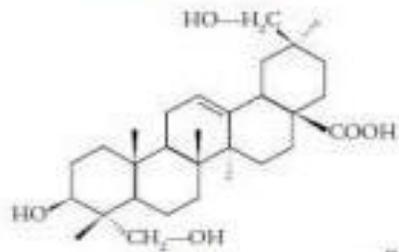
Las semillas de la quinua amarga contienen más del 0.11 % de saponinas mientras que otra variedad presenta menos contenido, es importante mencionar que estos metabolitos también se encuentran en la cáscara, flores y frutos, según estudios realizados en la planta de quinua se han identificado 8 agliconas y 31 tipos de saponinas en la planta (Ahumada et al., 2016: p.441).



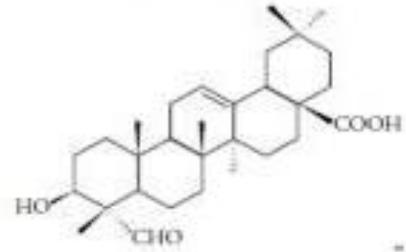
Ácido oleanólico



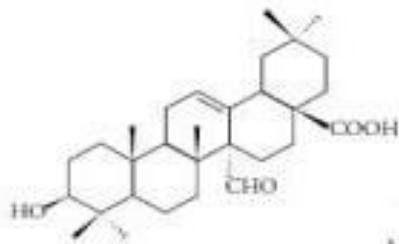
Hederagenina



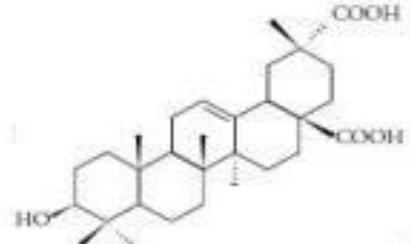
ácido 3 β , 23,30-trihidroxi olean-12-eno-28-oico



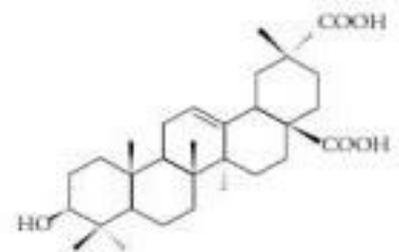
gipsogenina



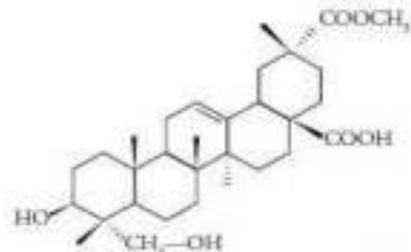
ácido 3 β -hidroxi-27-oxoolean-12-eno-28-oico



ácido espergulagénico



ácido serjanico



ácido fitolacagénico

Figura 3-1. Agliconas identificadas en la quinua.

Realizado por: (Ahumada et al., 2016: p.446).

1.2.2. Saponinas en la industria cosmética

Para la ejecución de cosméticos se utilizan emulgentes sintéticos los cuáles generan residuos inorgánicos, por ello a nivel industrial se está empleando saponinas en la elaboración de jabones, detergentes, cremas y champús (Abugoch, 2009). Ejecutar estos productos con emulgentes naturales representa una opción para disminuir el impacto ambiental (Parra, 2018, p.6).

1.2.3. Cosmética Natural

Para la ejecución de cosméticos se utilizan emulgentes sintéticos los cuáles generan residuos inorgánicos, por ello a nivel industrial se está empleando saponinas en la elaboración de jabones, detergentes, cremas y champús (Abugoch, 2009). Ejecutar estos productos con emulgentes naturales representa una opción para disminuir el impacto ambiental (Parra, 2018, p.6).

1.2.4. Métodos de extracción de saponinas

La extracción es una operación basada en la disolución de varios o un componente de una mezcla en un solvente selectivo, se aprovecha las propiedades de solubilidad de las muestras con el solvente seleccionado. Existen varios métodos uno muy usado, es el lavado del mojuelo hasta obtener líquidos que se deben evaporar siempre y cuando no contengan residuos que puedan interferir en el método(Sani, 2019, p.12). Los métodos de extracción de saponinas de la quinua, se destacan desde los más sencillos hasta métodos que requieren más complejidad.

1.2.4.1. Extracción manual

Para la ejecución de este proceso los granos de quinua deben estar tostados y humedecidos para proceder a frotarlos en una piedra de moler con lavados sucesivos de agua, eliminando así la espuma y por ende su sabor amargo, otra manera también es colocando la quinua en bolsas de tela de lienzo y del mismo modo mediante lavados sucesivos se extraerán las saponinas (Islam et al., 2018: p.24).

1.2.4.2. Extracción vía seca, termo mecánico

En esta clase de extracción se utiliza un lecho fluidizado en la cual se toman partículas de quinua limpias y mediante una corriente regulada de aire generando un lecho donde: la fricción y choques constantes entre ellas permite la remoción de las capas externas del episperma de elevado contenido de saponinas obteniendo un polvo fino, con este procedimiento de extracción se previene la implementación de agua (Islam et al., 2018: p. 25).

1.2.4.3. Extracción vía húmeda

Este método de extracción requiere grandes cantidades de agua y energía debido a que los granos deben ser sometidos a remojo, enjuague y escurrido, utilizando magneto, agua caliente a 55°C y agua fría y necesariamente se debe secar para evitar la germinación que pueda interferir en el proceso (Islam et al., 2018: p. 25).

1.2.4.4. Extracción con químicos

Esta técnica es costosa debido al precio de los reactivos que se requieren, se toma como alusión la sustracción con químicos por medio de 2 técnicas, en el primero se desengrasa la muestra con cloroformo y después la saponina es extraída con etanol mediante la utilización del soxhlet de tal manera que se obtiene un elevado porcentaje, en el segundo se ejecuta mediante la maceración con etanol dándonos como resultado un extracto bruto de saponinas este se hidroliza dando unos cristales pardos que por recristalización se tornan color blanco (Islam et al., 2018: p.25).

1.2.4.5. Extracción a altas presiones

La extracción con solvente a alta presión sólido-líquido, se da como opción de técnicas convencionales como son la extracción por Soxhlet, maceración, percolación o reflujo, entre otras, se debe mencionar que esta técnica brinda tiempos más cortos, menores consumos de disolvente y más grandes rendimientos en la extracción pues la presión más grande que la atmosférica conlleva al disolvente a introducirse en los poros de la matriz, permitiendo que la extracción de los analitos y las altas temperaturas disminuyan la viscosidad del disolvente líquido y mejoren la difusividad del disolvente, brindando un incremento en la rapidez de extracción (Islam et al., 2018: p. 25).

1.3. Tensioactivos

Corresponden a sustancias donde su función es brindar humectación de superficies, consiguen formar una emulsión necesaria para cambiar la tensión superficial que presenta el agua, presentan varias propiedades como detergentes quienes van a facilitar la eliminación de la suciedad que puede presentar la piel, también presentan propiedades dispersantes donde aumentan la estabilidad de una suspensión de pequeñas partículas en un líquido, además propiedades humectantes y espumantes (Pajuelo, 2016, p.16).

1.3.1. Tensioactivos sintéticos

Desde tiempos muy antiguos se han desarrollado este tipo de tensoactivos para ser utilizados en la industria cosmética, dentro de estos podemos mencionar al Lauril Sulfato de Sodio o SLS y el Lauret Sulfato de Sodio o SLES de manera más relevante (Pajuelo, 2016, p.16).

1.3.2. Tensioactivos naturales

Los emulsionantes naturales elaborados a partir de residuos resultan ser más económicos, son amigables para el medio ambiente y al elaborar productos cosméticos con ellos nos traen grandes beneficios, ya que de este modo eliminamos el efecto perjudicial que pudiera presentar al ser eliminado el residuo y obtenemos un cosmético libre de sustancias que pueden resultar ser tóxicas para el consumidor (Sani, 2019, p. 21).

Este tipo de tensoactivos se producen por la extracción de fuentes naturales y de manera más relevante se puede mencionar las saponinas extraídas de la cascarilla de quinua y el extracto de quillaja saponaria (Pajuelo, 2016, p.19).

1.3.2.1. Ventajas de tensoactivos naturales

- Gracias a que se obtiene de materia primas renovables son aptos para la utilización en la cosmética.
- Reducen el potencial de irritación de otros tensoactivos.
- Son biodegradables (Pajuelo, 2016, p.19).

1.4. Emulsiones

Son dispersiones termodinámicas inestables de dos líquidos inmiscibles, generalmente de naturaleza no polar y polar, en la que uno de ellos forma pequeñas gotitas que pueden ir desde un tamaño de 0,1 a 100 micras, denominadas fase dispersa y la otra fase continua (Muñoz y Alfaro, 2015).

Estas fases en la práctica, deberían poseer el agente emulsionante que es el tercer componente mismo que se trata de una sustancia anfifílica que ayuda a la formación de la emulsión al reducir la tensión de interfacial entre la fase apolar (oleosa) y la fase polar (acuosa) y también proporciona al menos cierta estabilidad física durante algún tiempo el cual puede ser largo o más corto (Muñoz y Alfaro, 2015).

1.4.1. Tipos de emulsión

1.4.1.1. Emulsiones oleoacuosas O/W (oil-water/)

A estas emulsiones también se les denomina aceite en agua donde la parte oleosa se va a situar dentro de la fase acuosa, es así que estos compuestos se extienden con facilidad y se absorben rápidamente sin presentar brillos debido a que es una composición de efecto refrescante, que no es oclusiva. La fase oleosa es la que brinda los beneficios de hidratación y limpieza por ende es muy recomendable para pieles normales (Almodovar, L; Hernández 2013, p.14).

1.4.1.2. Emulsiones hidrooleosas W/O (Water-Oil)

En las emulsiones hidrooleosas la fase dispersa se sitúa en el interior de la fase dispersante, no se absorben fácilmente porque forman una película protectora oleosa que muestra un efecto oclusivo disminuyendo la pérdida de agua, está indicada para pieles con características extra secas (Almodovar, L; Hernández 2013, p.15).

1.4.1.3. Emulsiones múltiples

Son sistemas: agua, aceite, agua correspondiendo a una pequeña fase acuosa que se incluye en una fase oleosa y esta a su vez en una fase acuosa más grande, también son sistemas: aceite, agua, aceite indicando que la fase oleosa se incluye en la fase acuosa y esta a su vez en una fase oleosa (Olmos, p.2).

1.4.1.4. Microemulsiones

Las microemulsiones son soluciones coloidales, transparentes, termodinámicamente estables, en las que tienen la posibilidad de coexistir porciones iguales de líquidos no miscibles, tales como agua y un solvente no polar, gracias a la presencia de uno o diversos compuestos tensioactivos con un balance hidrófilo-lipófilo (HLB) conveniente (Martínez, 2016, p. 3). El tamaño de los glóbulos de la fase interna es menor a 0,5 μm (Olmos, p. 2).

1.5. Cremas

Son cosméticos que se usan para la aplicación de la piel y algunas mucosas, están formadas por componentes como agua y grasa, además cierta cantidad de aditivos como antioxidantes, estabilizantes, emulsionantes, conservantes y principios activos los cuales van a brindar las propiedades de la crema como la textura, olor y apariencia (Apolo, 2017, p.32).

Las cremas van a presentar distintos usos como eliminadores de acné, arrugas, estrías, reafirmantes, exfoliantes, rejuvenecedoras, limpiadoras, aclaradoras en sí una gran variedad de propiedades que de una u otra manera benefician al cuidado de la piel, en el mercado se evidencia de manera amplia cremas de origen natural o sintético (Almodovar, L; Hernández 2013, pp.6-7).

1.5.1. Crema limpiadora

Estas emulsiones pueden ser de tipo agua/ aceite o aceite / agua, las cuales se usan para retirar impurezas, estas cremas son eficaces dependiendo de su adecuación al tipo de piel es decir que en cutis secos, normales o mixtos forman una película aceitosa (García Ortiz, 2014, p.12).

Una crema limpiadora ideal debe evitar la resequedad, se usan eficazmente para eliminar las impurezas que pueden estar adheridas al colocar la crema a la piel brindan suavidad y un buen aspecto (Almodovar, L; Hernández 2013, pp.6-7).

Hay que mencionar que esta emulsión va a dejar una película emoliente residual de tal modo que brinda protección y evita a resequedad, es necesario utilizar productos que eliminen las sustancias de excreción de las glándulas sebáceas, dentro de ellos tenemos al aceite mineral, jabones, agentes surfactantes (Almodovar, L; Hernández 2013, pp.6-7).

Tabla 2-1: Propiedades de las cremas limpiadoras

| PROPIEDADES DE CREMAS LIMPIADORAS | |
|--|-------------------------------------|
| • | Deben tener buena apariencia |
| • | Deben ser estables |
| • | Deben presentar propiedad emoliente |

Fuente: (Almodovar, L; Hernández 2013, pp.6-7).

Realizado por: Quinapanta, Lisbeth,2020.

1.6. Propiedades de las emulsiones

Las emulsiones presentan propiedades las cuales brindan un aspecto agradable al consumidor final, estas son:

1.6.1. Solubilidad

Esta propiedad está determinada por la fase continúa es decir sí aquella fase es hidrosoluble la emulsión puede diluirse en agua en cambio si la fase continúa es oleosoluble la emulsión se disuelve en aceite (Almodovar, L; Hernández, 2013, pp.36-37).

1.6.2. Viscosidad

Esta propiedad puede aumentar, algunas veces suele deberse a la acción tixotrópica, para igualar la viscosidad de suele aumentar o disminuir componentes según sea el caso (Garcia Ortiz, 2014, p.29).

A) Para reducir la viscosidad:

- Se incrementa el porcentaje de fase continua.
- Se reduce la viscosidad de la fase continua.
- Se agregan tensioactivos para aumentar la lubricación si son suspensiones (Almodovar, L; Hernández 2013, p.37-38).

B) Para aumentar la viscosidad:

- Se añaden espesantes como gel y gomas.
- Se incrementa el porcentaje de la fase interna.
- Se disminuye el tamaño de partícula de la emulsión o la aglomeración de las partículas existentes

(Almodovar, L; Hernández 2013, p.37-38).

1.6.3. Estabilidad

La estabilidad, específicamente es la propiedad de mantener sus características de calidad dentro del rango establecido por quien lo elabora , por el tiempo de vida útil asignado y en un material de envase determinado (Díaz ,2018, p. 34).

Para que una emulsión presente estabilidad depende de varios factores como el tamaño de partícula, la densidad de ambas fases, la viscosidad de la fase continua de la emulsión acabada, la naturaleza, la cantidad del emulsificante y las recomendaciones del almacenamiento para fines industriales, no debe existir coalescencia ni sedimentación en las partículas de la emulsión (Garcia Ortiz, 2014, p.30).

1.6.4. pH

Las formulaciones cosméticas de limpieza, pueden contener compuestos orgánicos básicos que pueden influir en el pH es por ello que esta propiedad es muy importante (Almodovar, L; Hernández 2013, p.38).

1.7. Control de calidad

Los ensayos que se presentan a continuación tienen el objetivo de mostrar si una crema se presenta en condiciones óptimas para su uso.

1.7.1. Evaluación Físico. Química

1.7.1.1. Homogeneidad

- Determinación de la uniformidad de las partículas insolubles

Esta determinación generalmente se usa cuando la emulsión en su formulación muestra principios activos insolubles que para su utilización han sido incorporados a polvo fino. Para la ejecución se debe realizar una extensión de una muestra sobre una placa de vidrio y se coloca en una superficie negra y si mediante la observación con una lupa se muestran pequeñas burbujas nos indican que hay una deficiencia del sistema emulsionante (Fernández, 2003, p.71).

- Distribución y tamaño de los glóbulos de la fase interna

Se visualiza mediante un microscopio colocando una pequeña muestra, se determinará fenómenos de coalescencia y aglomeración como se presenta en la imagen a continuación (Fernández 2003, p.70).

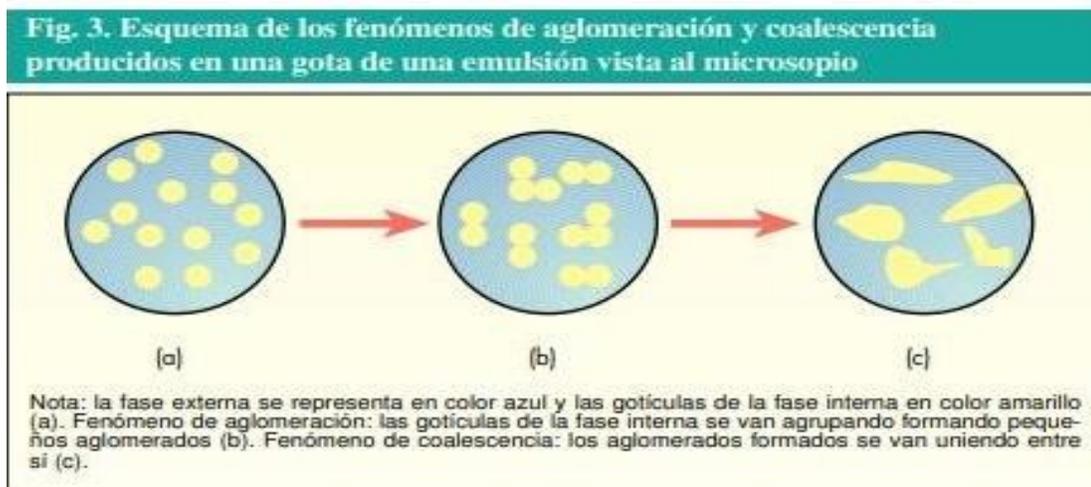


Figura 4-1. Esquema de los fenómenos de aglomeración y coalescencia vista al microscopio.

Realizado por: (Fernández 2003, p.70).

1.7.1.2. Fenómenos de cremado o sedimentación

Esta prueba se ejecuta mediante la visualización de una muestra con un peso conocido de emulsión colocándolo en una probeta y si al transcurrir un tiempo, en la superficie de la probeta se presentan agregados de aspecto cremoso se trata de un fenómeno de cremado, en cambio, si estos agregados se forman en el fondo de la probeta existe un fenómeno de sedimentación (Fernández 2003, p.71).

1.7.1.3. Consistencia

Esta propiedad indica el grado al que una muestra pastosa, cremosa, semisólida o altamente viscosa va a resistir a la deformación por la aplicación de una fuerza (Paar).

1.7.1.4. Extensibilidad

Puede definirse como el aumento de superficie que se enfrenta a una cierta cantidad de emulsión cuando sufre aumento de peso, en ciertos intervalos de tiempo (Fernández 2003, p.71).

1.7.2. Evaluación microbiológica

La evaluación microbiológica permite verificar si la elección del conservante es adecuado, o si la incidencia de interacciones entre cada uno de los componentes que constituyen una formulación podrá afectar la eficacia (Almodovar, L; Hernández 2013, p.40).

A continuación, se detalla los análisis microbiológicos y los límites de aceptabilidad que deberán realizarse al producto cosmético:

- **Aerobios mesófilos**

Esta prueba tiene como fundamento el crecimiento de colonias de los microorganismos en un medio de cultivo con nutrientes necesarios para que estos puedan crecer, en este método se determinan las células microbianas viables donde se conoce la cantidad de microorganismos aerobios mesófilos por unidad de volumen (mL) o gramos (g), una vez realizado el conteo, los resultados se expresan en Unidades Formadoras de Colonia (Cruz y Nájera, 2017, p. 41). El límite máximo es 5×10^2 UFC/g o mL (ARCSA, 2017, p.4).

- ***Pseudomonas aeruginosa***

Este microorganismo patógeno procede del suelo, plantas y animales, debido a que es oportunista de personas inmunocomprometidas, infecta ciertas partes del organismo humano como el tracto pulmonar, urinario, tejidos y heridas, es el causante de dermatitis producida por la deficiencia de los parámetros de calidad del agua de uso cosmético, el medio de cultivo presenta células planas o ligeramente curvadas, de 0.5 – 1.0 x 1.5 – 5.0 μm , su presencia nos muestra un manejo incorrecto en el proceso de preparación producto y deficiencia en la higiene de la materia prima (Gudiño, 2013, p. 25). En el análisis microbiológico debe mostrar la ausencia en 1 g o mL (ARCSA, 2017, p.4).

- ***Staphylococcus aureus***

S. aureus produce colonias blancas que pueden mostrar un color amarillo mientras transcurre el tiempo luego de incubarse en agar sangre, es importante identificar este tipo de microorganismo ya que puede producir enfermedades cutáneas como el impétigo, síndrome de la piel escaldada y foliculitis (Gudiño, 2013, p. 24). En el respectivo análisis microbiológico deben mostrar la ausencia en 1 g o mL (ARCSA, 2017, p.4).

- ***Escherichia coli***

Al realizar el análisis microbiológico se debe mostrar la ausencia en 1 g o mL (ARCSA, 2017, p.4). Las cepas de *E. coli* son indicadores de contaminación fecal la cual pudo presentarse al usar materias primas contaminadas o por contaminación durante o posterior al proceso de elaboración, es así que su presencia indica que existen microorganismos de origen fecal, hay que mencionar que solo algunas cepas de *E.coli* son agentes etiológicos de infecciones gastrointestinales, estas cepas patógenas entéricas se diferencian entre sí y de las no patógenas por su biotipo (Gudiño, 2013, p. 25)

1.8. Balance Hidrófilo - Lipófilo

El balance Hidrófilo lipófilo muestra la dimensión y fuerza de los grupos hidrofílicos y lipofílicos de un tensioactivo, el valor del balance ayuda a definir la cualidad que tendrá un grupo molecular pues se basa de un procedimiento experimental que tiene como función proporcionar el número de BHL a los agentes emulsionantes a partir de los datos relativos a la estabilidad de una emulsión (Villareal, 2019, pp.27-28).

El valor que nos otorga el BHL nos da una idea sobre la acción del agente surfactante puesto que los mismos tienen una variedad de características como humectantes, dispersantes, defloculantes, detergentes, emulsificantes, suspensores y solubilizantes (Villareal, 2019, p. 28).

1.8.1. Escala de Griffin

Griffin fue la persona quien insertó el concepto de HBL, se basó en un método experimental donde se utilizó dos surfactantes de referencia el ácido oleico y el oleato de potasio, los números HLB fijados fueron 1 y 20 respectivamente, esto indica o supone que el primero es 100% lipofílico y el segundo es 100% hidrofílico (Villareal, 2019, pp. 28-29).

Un surfactante que es hidrófilo tiene un HLB de 12 mientras que los que presentan un valor debajo de 9 indica que es un surfactante lipofílico y los surfactantes con valores HLB entre 9 y 11 exhiben un carácter intermedio (Villareal, 2019, pp. 28-29).

Tabla 3-1. Escala de Griffin con las propiedades de los surfactantes en función del BHL.

| CARÁCTER | BHL | PROPIEDADES | |
|-----------|----------------|-------------------|----------------|
| LIPÓFILO | 0 | Emulsionantes w/o | Antiespumantes |
| | 1 | | |
| | 2 | | |
| | 3 | | |
| | 4 | | |
| | 5 | | |
| | 6 | | |
| | 7 | | |
| | 8 | | |
| | 9 | | |
| HIDRÓFILO | 10 | Emulsionantes o/w | Humectantes |
| | 11 | | |
| | 12 | | |
| | 13 | | |
| | 14 | | |
| | 15 | | |
| | 16 | | |
| | 17 | | |
| | 18 | | |
| | 19 | | |
| 20 | Solubilizantes | Detergentes | |

Fuente: Villareal, J, 2019, p.30.

Realizado por: Quinapanta, Graciela, 2021.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Lugar de la investigación

El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo:

Laboratorio de Productos Naturales

Laboratorio de Toxicología

Laboratorio de Investigaciones

Laboratorio de Tecnología Farmacéutica

2.2. Población de estudio

Saponinas aisladas del mojuelo de quinua procedentes de la planta procesadora de quinua, Maquita Cushunchic ubicada en la parroquia Calpi, Cantón Riobamba, provincia Chimborazo.

2.3. Técnicas de recolección de datos

Se tomó en cuenta la capacidad emulsionante y limpiadora de las saponinas aisladas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y los distintos ingredientes para la elaboración de una crema limpiadora, en las formulaciones de emulsiones agua/aceite. En cuanto a estabilidad y formación de emulsiones, en las condiciones que proporcionaron los laboratorios de la facultad. También se consideraron los resultados evidenciados en pruebas físico-químicas, pruebas microbiológicas y ensayos de estabilidad acelerada.

2.4. Equipos, materiales y reactivos

2.4.1 Equipos

- Balanza analítica
- Mezclador de vórtice

- Reverbero
- Refrigerador
- Sonicador
- Termoagitador magnético
- HPLC
- Equipo de filtración para HPLC
- Bomba de vacío
- Baño María
- Rotavapor
- Agitador magnético
- Centrifuga
- Cámara de estabilidad

2.4.2. Materiales

- Olla de acero inoxidable
- Bandeja de vidrio
- Varilla de agitación
- Bolsa de tela de lienzo
- Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 mL
- Probetas de 100 mL
- Vasos de precipitación de 50, 100, 250, 500mL
- Frascos ámbar
- Refrigerante de bolas
- Balón esmerilado de 500 mL
- Mangueras
- Soportes universales
- Pinzas para soportes
- Tubos de ensayo
- Gradilla para tubos
- Papel aluminio
- Cristalizador

- Mortero y pistilo
- Balones de aforo de 10, 25 mL
- Fundas plásticas ziploc
- Filtros de nylon de 0.5um
- Guantes quirúrgicos
- Mascarillas quirúrgicas

2.4.3. Reactivos

- Agua destilada
- Etanol al 96%
- Éter di etílico
- Butanol
- Alcohol cetílico
- Cera de abeja
- Mojuelo de quinua
- Éster de azúcar
- Aceite de oliva
- Aceite de almendras
- Benzoato de sodio
- Ácido fórmico
- Acetonitrilo

2.5. Técnicas y métodos

2.5.1. Obtención de saponina cruda

Se colocaron 8 libras de mojuelo de quinua en una funda de tela de lienzo y se cerró correctamente, previ6 a esto se adicionaron 18 litros de agua destilada y 1.8 Litros de alcohol potable en un recipiente suficientemente grande, a continuaci6n se dej6 remojar por 30 minutos y se mantuvo agitando continuamente la bolsa, posterior a ello se mantuvo en remojo durante 3 horas con constantes movimientos levantando y sumergiendo la bolsa en el líquido, se retir6 la funda de lienzo y se exprimió con el fin de obtener toda la saponina del mojuelo de quinua, el extracto se coloc6 en un

balde de plástico y dejó en reposo durante 48 horas, transcurrido el tiempo mencionado se tomó el líquido de la parte superior, pues este contiene las saponinas extraídas.

El líquido obtenido se colocó en una olla de acero inoxidable evitando que caiga el sedimento y se evaporó en una hornilla hasta que quede un líquido oscuro y viscoso para poder retirarlo del fuego y colocar el líquido en bandejas de vidrio, se dejó que se evapore completamente hasta la cristalización y finalmente se pulverizó y almacenó en frascos con peso definido para su distribución.

2.5.2. Obtención de estándar purificado de saponinas

Para la obtención del estándar purificado de saponinas se tomó la técnica empleada por Gianna y sus colaboradores donde en un frasco de vidrio de 750 mL se colocó 1,5 g de saponina más 100 mL de butanol y 400 mL de agua destilada, se colocó en un shaker a 25°C durante una hora, luego esto se colocó en una cámara fría durante 3 días para que las fases se separen por decantación. El extracto butanólico se concentró a sequedad en el evaporador rotativo a escala de laboratorio, el producto obtenido mostro un color blanco muy poco amarillento, se colocó 1g de la saponina extraída más 1 mL de agua destilada y 10 mL de éter dietílico en un tubo de ensayo, este se llevó a centrifugación a 2500 RPM, durante 10 minutos y se observó un precipitado blanco que se separó debido a que está constituido por la saponina purificada por precipitación, a continuación se colocó el sedimento en un cristizador y se llevó el mismo a una estufa a 55 °C hasta que las saponinas estén totalmente secas, finalmente las saponinas purificadas se llevaron a una bolsa hermética para protegerlas de la humedad (Gianna, 2013, p.100).

2.5.3. Determinación de saponinas totales por cromatografía líquida de alta resolución HPLC

Se realizó por cromatografía líquida de alta resolución HPLC siguiendo la técnica según Lozano y sus colaboradores.

Fue necesario una columna C18 de 4 mm * 125 mm, a 20°C y 210 nm. se inyectaron 5µL de muestras de concentración de 4750 ppm de saponina purificada, que previamente se llevaron al sonicador a temperatura ambiente durante 15 minutos y posteriormente se filtraron por un filtro de nylon de 0,45 µm para repartirse en viales del HPLC de 2 mL. Lo que respecta a la cuantificación de saponinas primero se ejecutó un cromatograma del estándar obtenido de saponinas y posterior a ello se realizó el idéntico procedimiento por duplicado para el estudio de la muestra. Los resultados obtenidos nos brindan un porcentaje relativo de la composición total de saponinas en el extracto, a través de una comparación de áreas totales de la muestra respecto con el estándar de saponinas obtenido

considerando que posee una pureza del 80 % % (Lozano, 2012, p. 134).

2.5.4. Procedimiento para la elaboración de formulaciones

Las formulaciones están constituidas por una fase acuosa donde en un recipiente se agregó el agua destilada, la saponina y el agente conservante, luego se calentó y agitó hasta que se disuelvan los ingredientes ya mencionados. En otro recipiente se colocó la fase oleosa que constituye el aceite (girasol, almendras), la cera de abeja refinada o natural y el alcohol cetílico, luego se calentó y agitó hasta que se disuelvan los componentes, finalmente se incorporó la fase acuosa a la fase oleosa y se mantuvo en agitación y posterior a esto se dejó enfriar para envasar y realizar el respectivo control de calidad.

2.5.5. Ensayos de estabilidad acelerada

En este ensayo se utilizó la metodología de Juan Pablo Díaz en el año, 2018 donde menciona que en zonas climáticas IV se sugiere una temperatura $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa $75\% \pm 5\%$.

Las muestras preparadas se sometieron a la cámara de estabilidad a $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y $75\% \pm 5\%$ de humedad relativa durante 15 días (Díaz, 2018, p.54). Los datos se evaluaron de manera comparativa frente a una muestra patrón y los límites de control establecidos. Según esto, se aprobó la fórmula y envase propuesto (Díaz, 2018, p.54).

2.5.6. Control de calidad de emulsiones agua/aceite

2.5.6.1. Análisis Organoléptico

Para evaluar las características del producto se ejecuta el análisis organoléptico realizando pruebas de color, olor y homogeneidad las mismas que van a ser detectadas por los órganos de los sentidos (Melo, 2016, p. 11).

Prueba de color

Fue necesario la ayuda de una espátula con la cual se extendió la cantidad necesaria de muestra sobre una placa de vidrio a partir de ello se observaron las características, recordando que color debe ser homogéneamente distribuido en toda la superficie visible (Díaz, 2018, p.54).

Prueba de olor

La prueba sensorial del olfato se realizó impregnando un pedazo de papel de unos 10 cm de largo en la muestra, posterior a ello se llevó el papel cerca de la nariz para evaluar sus cualidades (Díaz, 2018, p. 56).

Homogeneidad

Para verificar que la emulsión presenta la homogeneidad óptima se usó guantes de látex y con la ayuda de una lupa se visualizó la muestra corroborando que no presente fisuras o pigmentación extraña y más bien muestre un aspecto liso sin alteración alguna (Díaz, 2018, p.58).

2.5.6.2. Análisis Físico químico

pH

Para la determinación de pH en primer lugar se encendió el equipo y se estandarizó el mismo a una temperatura aproximada de 25°C, con soluciones buffer de pH igual a 7 y se esperó a que muestre el valor del pH correcto según la solución buffer, posterior a ello se lavó el electrodo con agua estéril y se tomó 10 mL de la muestra a analizar en un vaso de precipitación y se llevó la muestra a temperatura ambiente dónde se sumergió el electrodo en la muestra a analizar. Finalmente se esperó a que se estabilice el electrodo y muestre el valor del pH (Melo, 2016, p.59).

Determinación del signo de la emulsión:

Método del azul de metileno

En una placa de vidrio se colocó una gota de emulsión y luego una gota del colorante azul de metileno sin mezclar previamente, finalmente se observó y se reportó el signo de la emulsión.

El azul de metileno es un compuesto hidrofílico, al añadirse a una emulsión aceite/agua se dispersa con facilidad, si esto no sucede se considera una emulsión agua/aceite (López, 2020, p. 42).

Método de Dilución

En este método las emulsiones de fase externa acuosa pueden diluirse, pero si la fase externa es oleosa la emulsión no se diluye (Olmos, p. 3).

Determinación de la Extensibilidad

Se colocó la placa inferior de cristal sobre una hoja de papel milimetrado trazada con diagonales y se colocó la muestra sobre el punto de intersección (Olmos, pp 3-4). Fue necesario un peso conocido de muestra y transcurrido 1 minuto por efecto de la presión la muestra se extendió de forma aproximadamente circular, finalmente se registró la longitud de los radios. Se repitió el procedimiento colocando otros pesos de masa conocida y una vez registrados los datos se representa la extensibilidad en mm² frente a los pesos empleados. El área de extensibilidad (AE) se calculó según la siguiente expresión:

$$AE = \pi (rp)^2$$

Donde rp: radio promedio de las mediciones (mm). Se estimó una curva de regresión lineal resultante de las mediciones previas, colocando como ordenada a la extensibilidad y en el eje de abscisas la masa aplicada (Pérez et al. 2011, p. 76).

2.5.6.3. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico permite evaluar si la elección del sistema conservante es adecuada o si la incidencia de interacciones entre los componentes, de la formulación, puedan afectar la seguridad y calidad del cosmético (ARCSA, 2017, p.4).

a) Mesófilos aerobios totales

Se tomó 1g. de la muestra y se disolvió en 9 mL de agua de peptona, con esto se logró una dilución 1:10 (10^{-1}) luego se sembró 1 mL de la solución madre (10^{-1}) en placas Petri. Se tomó 1 mL solución madre (10^{-1}) y se colocó en un tubo de ensayo con 9 mL de agua de peptona, logrando así una dilución 1:100 (10^{-2}) de la cual también se sembró 1 mL, ambas diluciones se colocan en Agar Tripticasa Soya (TSA) finalmente se invirtieron las placas con agar TSA para incubarlas a 35 ± 2 °C por 48 horas (Cáceres, 2018, p. 41).

b) *Pseudomonas aeruginosa*

Con la ayuda de un asa de siembra previamente flameada, se procedió a estriar la dilución 1:100 (preparada e incubada a 30-35°C por 18 a 24 horas anteriormente) en una placa de Agar Sangre. Esta se incubó a una temperatura de 32,5°C±2,5°C durante 24 horas (Cáceres, 2018, p. 41).

c) *Staphylococcus aureus*

Con la ayuda de un asa de siembra previamente flameada, se procedió a estriar la dilución 1:100 (preparada e incubada a 30-35°C por 18 a 24 horas anteriormente) en una placa de Agar Sangre. Estas se incubaron a una temperatura de 35°C ± 2 °C durante 24 horas (Cáceres, 2018, p. 41).

d) *Escherichia coli*

Se procedió a estriar la dilución 1:100 (preparada e incubada a 30-35°C por 18 a 24 horas anteriormente) con la ayuda de un asa de siembra previamente flameada, la siembra se realizó en una placa con Agar MacConkey y se incubaron a una temperatura de 35 ± 2 °C durante 24 horas (Cáceres, 2018, p. 41).

2.5.7. Test de irritabilidad

El test de irritabilidad se aplicó en 20 mujeres voluntarias mayores de edad con piel normal a excepción de aquellas que presenten enfermedades cutáneas (Cobos, 2015, p. 33).

Primero se limpió la piel con algodón y alcohol antiséptico, posterior a ello se colocó 0,5g de la formulación N°1, mediante masajes circulares. Se esperó 20 minutos y se evaluó el índice de irritabilidad primaria cutánea (IPC) mediante la siguiente fórmula (López, 2020, p. 43) :

$$IPC = \frac{1(\text{VALORACIÓN } E) + 2(\text{VALORACIÓN } O + P) + 0.5(\text{VALORACIÓN } S + D + R)}{\text{Número de voluntarios}}$$

Donde:

E= Eritema

O= Edema

P=Pápulas

S= Sequedad

D= Detergente

R= Reflectividad

Si el IPC=0, indica un producto muy bien tolerado.

Si el IPC es mayor a 0 pero menor a 0,5, indica un producto bien tolerado o bastante tolerado.

Si el IPC=0,5, indica un producto con ligera tolerancia o mal tolerado (Cobos, 2015, p. 33).

CAPÍTULO III

3. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Análisis de la extracción de saponina

La técnica que se empleó en la extracción fue la más sencilla y económica, se puede usar ampliamente, siempre y cuando se mantengan todas las condiciones adecuadas en donde se eviten procesos de fermentación que desarrollen alguna flora microbiana produciendo una alteración en el proceso. Debido a su naturaleza polar, la extracción es muy efectiva con agua o alcoholes de bajo peso molecular como el metanol, etanol, butanol o mezclas en diferentes cantidades de estos alcoholes y agua. Para el proceso se partió de 3628.74 gramos de mojuelo de quinua y se obtuvo una cantidad de saponina de 500 gramos obteniendo así un porcentaje de rendimiento de la extracción del 86.22% (Gianna, 2013, p. 102) evaluó métodos de extracción y después de determinar la eficiencia de cada ensayo encontraron que la eficiencia de la extracción etanol – agua fue de 57,1% puesto que las saponinas son solubles en mezclas hidroalcohólicas, en nuestro estudio se reportan resultados óptimos donde no se requieren procesos adicionales, sin embargo se podría obtener un más alto porcentaje de rendimiento optimizando del proceso de desaponificado.

3.2. Obtención de estándar de saponinas

Luego de la extracción de saponinas se hizo una purificación para obtener un estándar que será utilizado en el análisis por HPLC, la purificación se realizó con el fin de separar la sustancia de interés de impurezas que están en la mezcla, con diferentes técnicas y procesos, la purificación se realizó por cristalización ya que según fuentes bibliográficas es el método más adecuado para purificar compuestos sólidos, siempre que contenga una cantidad moderada de impurezas (Villacis, 2018, p. 27).

3.3. Cuantificación de saponinas totales de quinua

Se utilizó el HPLC, técnica más utilizada para separar analitos de distinta naturaleza los cuáles se encuentran presentes en una muestra. Primero se ejecutó un cromatograma del estándar obtenido de saponinas y posterior a ello se realizó el idéntico procedimiento por duplicado para el estudio de la muestra. Los resultados obtenidos nos brindan un porcentaje relativo de la composición total de

saponinas en el extracto, a través de una comparación de áreas totales de la muestra respecto con el estándar de saponinas obtenido considerando que posee una pureza del 80 % (Lozano, 2012, p.134). Como estándar se utilizó la saponina purificada empleando una cantidad de 0.05 g, se tomó 2 mL de un balón aforado en un balón de 10 mL con una solución de agua-etanol al 80%.

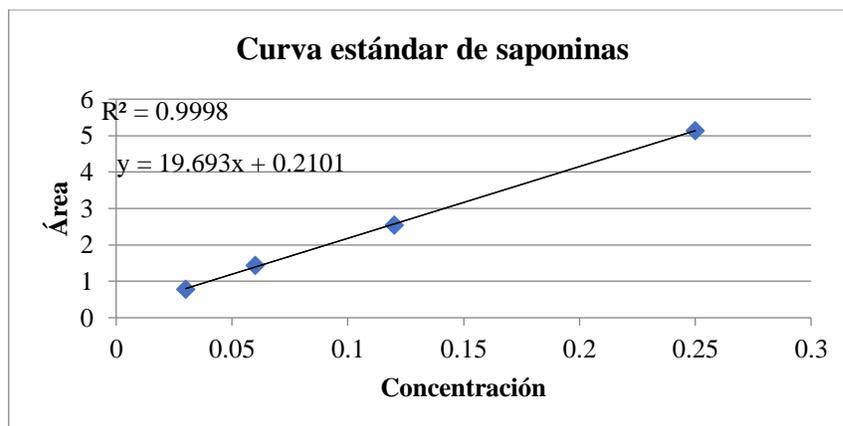


Gráfico 1-3. Curva de calibración estándar de saponinas.

Realizado por: Quinapanta, Graciela, 2021.

Se tiene una relación lineal $y = 19.693x + 0.2101$ donde $R^2 = 0.9998$, posterior a estos, se ejecutan los cálculos necesarios se obtiene un porcentaje de saponina del 77.35%, misma que se incorporó en cada una de las cremas limpiadoras a elaborar.

3.4. Cálculo de HLB para mezclas de tensoactivos de Griffin

A continuación, se muestran los valores de HLB requeridos para una emulsión agua en aceite:

Tabla 4-3. Valores de HLB

| | Ingredientes | HLB req. |
|---------------------|---------------------|----------|
| Fase oleosa | Alcohol cetílico | 13 |
| | Cera de abeja | 14 |
| | Aceite de almendras | 7 |
| | Aceite de girasol | 7 |
| Tensoactivos | Saponina | 16 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela, 2021.

Se determinaron los valores de HLB requeridos por las 3 formulaciones a evaluarse y para el cálculo se determinaron los siguientes pasos:

- a) Sumatoria de la fase oleosa y su % dentro de cada formulación.

Tabla 5-3. Formulaciones con Σ y % de la fase oleosa

| Ingredientes | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcohol cetílico (g) | 2 | 2.5 | 2.2 |
| Cera de abeja refinada (g) | - | - | 0.5 |
| Cera de abeja natural (mL) | 3 | 3 | 2.7 |
| Aceite de girasol (mL) | 20 | - | 20 |
| Aceite de almendras | - | 20 | - |
| Saponinas (g) | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Lecitina | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| Benzoato de sodio (g) | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Agua destilada (mL) | Csp. | Csp. | Csp. |
| Σ Fase oleosa | 25 | 25.5 | 25.4 |
| % Fase oleosa | 71 | 72.8 | 72.5 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

b) Se divide cada uno de los ingredientes de la fase oleosa para la Σ obtenida en el paso anterior

Tabla 6-3. % de cada uno de los componentes de la fase oleosa

| Ingredientes | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcohol cetílico (g) | 0.08 | 0.10 | 0.09 |
| Cera de abeja refinada (g) | - | - | 0.02 |
| Cera de abeja natural (mL) | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| Aceite de girasol (mL) | 0.80 | - | 0.79 |
| Aceite de almendras | - | 0.78 | - |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

c) Se multiplica cada uno de los valores obtenidos

Tabla 7-3. Porcentaje de componentes por el HLB requerido

| Ingredientes | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcohol cetílico (g) | 1.04 | 1.3 | 1.17 |
| Cera de abeja refinada (g) | - | - | 0.28 |
| Cera de abeja natural (mL) | 1.68 | 1.68 | 1.54 |
| Aceite de girasol (mL) | 5.6 | - | 5.53 |
| Aceite de almendras | - | 5.46 | - |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

- d) La sumatoria de cada uno de los componentes en cada formulación de la Tabla 9-3 equivalen al HLB que se requiere para formular una emulsión agua en aceite.

Tabla 8-3. HLB requerido en cada emulsión

| | HLB requerido |
|-----------|----------------------|
| F1 | 8.32 |
| F2 | 8.44 |
| F3 | 8.52 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

- e) Determinación del HLB según Griffin para la mezcla de tensoactivos.

$$HLB = HLBA \times fA + HLBB \times fB + HLBC \times fC$$

Donde:

HLB_A = 16 (Saponina)

HLB_B = 4 (lecitina)

Tabla 9-3. Fracciones de tensoactivos

| Fracciones | F1 | F2 | F3 |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| f1 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| f2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Tabla 10-3. HLB de la mezcla de tensoactivos

| | F1 | F2 | F3 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| HLB mezcla de tensoactivos | 7.6 | 8 | 8.4 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

El balance Hidrófilo lipófilo se asimila a una escala numérica de 1 hasta 20, a un emulsificante con carácter lipófilo se le ha asignado un número de HLB bajo es decir menos de 9 mientras que a un emulsificante hidrófilo se le asigna un valor alto es decir mayor de 11. En el sistema HLB todos los aceites, ceras y otros materiales semejantes que son incorporados a emulsiones poseen un HLB requerido individual lo que supone que para obtener una emulsión estable y dinámica, con una grasa en especial, se tendrá que usar un emulsificante o mezcla de emulsificantes que provean el valor de HLB que necesite esa grasa (Godoy, 2004, pp. 34-35).

Al realizar el procedimiento necesario nuestro estudio muestra HLB menor que 9 lo cual indica que se trata de una emulsión agua en aceite.

3.5. Formulación de las emulsiones agua /aceite

Se realizarón 30 formulaciones en las cuáles varían las concentraciones de sus componentes para de esta manera determinar las formulaciones más aceptables que van a evaluarse, de tal manera que fueron elegidas 3 formulaciones, las mismas que tuvieron 3 repeticiones. A continuación, se detalla los componentes de 35 gramos de crema.

Tabla 11-2: Formulaciones agua en aceite

| Ingredientes | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcohol cetílico (g) | 2 | 2.5 | 2.2 |
| Cera de abeja refinada (g) | - | - | 0.5 |
| Cera de abeja natural (mL) | 3 | 3 | 2.7 |
| Aceite de girasol (mL) | 20 | - | 20 |
| Aceite de almendras | - | 20 | - |
| Saponinas (g) | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Benzoato de sodio (g) | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Agua destilada (mL) | Csp. | Csp. | Csp. |

Elaborado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Las tres formulaciones contenían alcohol cetílico, compuesto que brinda acción emoliente impidiendo de este modo la sequedad de la epidermis brindando suavidad y flexibilidad (Arriaga, 2016, p. 1), también presentaron cera de abeja natural en distintas cantidades, mientras que la formulación N°3 presento cera de abeja natural y refinada de tal forma que brindo cualidades emolientes y nutritivas, las formulaciones N°1 y N°3 presentaron en su composición aceite de girasol, éste tiene un contenido extremadamente alto de vitamina E (Angraini y Oliver 2019, p.7). Mientras que la formulación N°2 presento aceite de almendras el mismo que brinda propiedades antiinflamatorias, calmantes, suavizantes y está especialmente indicado en pieles irritadas y reseca (Angraini y Oliver 2019, p.2). El agente conservante es el benzoato de sodio, utilizado en las mismas proporciones en todas las formulaciones.

3.6. Evaluación de formulaciones

Tabla 12-3. Resultados de evaluación de formulaciones

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5 – 5.9 | 5.0 | 4.9 | 5.2 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 22.90 | 22.90 | 22.90 |
| | 1 g | 43.0 | 43.0 | 38.48 |
| | 2 g | 63.61 | 66.47 | 58.08 |
| | 3 g | 95.03 | 91.60 | 91.60 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Una vez obtenidas 3 muestras de evalúa parámetros físico químicos y organolépticos, para verificar que se encuentren dentro de los límites establecidos para someterlos a las pruebas de estabilidad.

En cuanto al signo de la emulsión se realiza la prueba con el azul del metileno y se evidencia que este compuesto no se difunde con facilidad lo que corresponde a una emulsión w/o, para corroborar dicho resultado se realiza la prueba de dilución y en definitiva se establece que el signo de la emulsión es w/o. Es importante que las cremas limpiadoras sean emulsiones de agua en aceite ya que se deben extender fácilmente sobre la piel puesto se funden a la temperatura del cuerpo humano, pues los ingredientes oleosos que son usados son ligeros para que sean removidos con facilidad después de limpiar impurezas (Gordillo y Quiroz 2018, p.26).

La piel representa el órgano más grande de nuestro cuerpo y cumple importantes funciones como protección y secreción. El pH es un indicador fundamental de su condición; su desequilibrio puede contribuir a la presencia de enfermedades y a envejecimiento prematuro y clásicamente el pH del estrato córneo (EC) fue considerado como un mecanismo de defensa contra microorganismos patógenos; no obstante, desempeña un papel importante en la homeostasis de la barrera cutánea, además en la cohesión y descamación de sus células hay que mencionar que la hidratación de la piel está directamente relacionada con su salud, ya que la eliminación de agua transdérmica ocasiona grietas en el EC, permitiendo la penetración de sustancias de mayor tamaño, incluidos los alérgenos y los microorganismos (González, Yeverino y Aguirre 2018, p. 43). El pH de la piel cutáneo varía entre 4.5 y 5.9 (Orlandi, 2004, p. 122) es así que las muestras seleccionadas se encuentran dentro del límite normal. Otro parámetro de calidad importante a evaluar es la extensibilidad que se presenta en una emulsión cosmética para aplicación, esta prueba aporta un criterio a la disposición de extenderse al aplicarse la emulsión sobre la piel, además que está directamente relacionada con la consistencia de la formulación, y por tanto con su viscosidad (Mondeja, 2017, p. 34).

Organolépticamente en cuanto al color se presentan colores característicos como crema y beige, se observa una ausencia de impurezas y en cuanto al aspecto las 3 muestras presentan una característica homogénea.

3.7. Evaluación de estabilidad física en estabilidad acelerada 40°C/ 75% HR

A continuación, las tablas con los resultados en los respectivos controles:

Tabla 13-3. Resultados de la estabilidad en el día 3

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.1 | 4.9 | 5.2 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 22.90 | 22.90 | 22.90 |
| | 1 g | 43.0 | 43.78 | 38.48 |
| | 2 g | 63.61 | 69.39 | 60.82 |
| | 3 g | 98.52 | 105.68 | 95.03 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Lo que corresponde al día de control 3 se pudo evidenciar que no existió ninguna inversión de las fases y las emulsiones sigue con su signo agua en aceite, el pH no mostró cambios bruscos ni alteraciones tan relevantes, encontrándose dentro del rango establecido.

La extensibilidad nos proporciona una medida del umbral de deformación del sistema, por las características viscoelásticas de los materiales (Moreno et al. 2011, p. 24). La formulación N° 1 y 3, no presenta cambios significativos en relación a los valores iniciales presentados, mientras que la formulación N° 2 presenta mayor extensibilidad lo que nos muestra que es más fluida. Organolépticamente cada una de las muestras permanece estable sin cambio alguno y deben ser perfectamente controladas ya que son cualidades que van a garantizar la aceptación de los usuarios. (Cardenas, L, Rojas 2007, p. 16).

Tabla 14-3. Resultados de la estabilidad en el día 5

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.1 | 5 | 5.2 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 22.90 | 22.90 | 22.90 |
| | 1 g | 43.0 | 50.26 | 40.71 |
| | 2 g | 63.61 | 72.38 | 60.82 |
| | 3 g | 98.52 | 109.35 | 102.07 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

En el día de control 5 la evaluación del signo de la emulsión no presentó variaciones. En el caso del pH no muestra alteraciones en comparación al día de control número 3, pero se encuentra en el rango de valores establecidos es decir un pH ácido, muy crucial para mantener la salud de la piel puesto que es un factor regulador y actúa como una barrera antimicrobiana, además es importante mencionar que la limpieza de la piel es necesaria en la higiene diaria y la elección del limpiador adecuado no va a comprometer la corneobiología y va a ser seguro para la piel (Blaak y Staib, 2018, pp. 135-139).

La extensibilidad la Formulación N° 1 no presenta variaciones pues muestra los mismos resultados del control anterior, mientras que la Formulación N° 2 y 3 muestran ligeros cambios indicando mayor extensibilidad (Sanz, 2017, p. 2).

En el análisis organoléptico en cuanto al color no se presentan cambios, hay que mencionar que este debe ser agradable para el usuario final y esto tiene mucho que ver con los extractos y sus concentraciones (Cardenas, L, Rojas 2007, p. 80).

Tabla 15-3. Resultados de la estabilidad en el día 8

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.3 | 5.5 | 5.3 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 22.90 | 22.90 | 22.90 |
| | 1 g | 43.0 | 50.26 | 36.31 |
| | 2 g | 63.61 | 69.39 | 58.08 |
| | 3 g | 102.07 | 102.07 | 95.03 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

En el día 8 las emulsiones no presentan ninguna inversión de las fases, se mantienen en emulsiones w/o, no presentan ningún proceso de ruptura que generalmente suele ocurrir en el proceso de estabilidad de emulsiones como es el cremado o sedimentación, floculación, coalescencia y engrosamiento de gotas, cabe mencionar que todos estos procesos son similares (Aranberri et al. 2006). El pH de la Formulación N° 1 aumentó ligeramente sin embargo mantiene la acidez necesaria, mientras que el pH de la Formulación N° 2 aumentó considerablemente pero aun así se mantiene dentro de los límites establecidos, lo mismo ocurre con la Formulación N° 3. En el ensayo de extensibilidad la Formulación N° 1 permanece constante a los días anteriores, mientras que la 2 y 3 presentan menos extensibilidad, esta propiedad en los semisólidos para aplicación cutánea es de gran importancia debido a que se puede predecir si va a ser más fluida o más viscosa y hay que mencionar que esta debe ser la más adecuada para que en la piel sea fácilmente deformable y resulte más manejable por parte del consumidor (Signorelli et al. 2006, p. 30).

Tabla 16-3. Resultados de la estabilidad en el día 10

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.3 | 5.8 | 5.4 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 22.90 | 28.27 | 19.63 |
| | 1 g | 43.0 | 58.08 | 34.21 |
| | 2 g | 66.47 | 84.94 | 55.41 |
| | 3 g | 102.07 | 124.68 | 78.53 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

En las muestras analizadas no se mostró ninguna separación lo que revela un buen grado de confianza en la estabilidad de la emulsión bajo la influencia de la temperatura (Teh y Mah, 2018, p. 1384). Se mantiene el pH ácido de las emulsiones restringiendo la multiplicación de la flora microbiana normal pues las bacterias se desarrollan mejor en un pH neutro (Orlandi, 2004, p. 122).

En cuanto a la estabilidad la Formulación N° 1 permanece igual a comparación con los días anteriores es decir sin aumentar o disminuir la misma, sinónimo que la temperatura no está afectando drásticamente a tal formulación, mientras que la Formulación N° 2 presenta un aumento en su extensibilidad y puede deberse a que en su composición presenta más cantidad de agua la cual está ocasionando que se torne más fluida, la formulación 3 ha disminuido la extensibilidad. El análisis organoléptico presenta las características adecuadas en estabilidad pues no se muestran alteraciones.

Tabla 17-3. Resultados de la estabilidad en el día 12

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.3 | 6.1 | 5.6 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 24.63 | 28.27 | 19.63 |
| | 1 g | 47.78 | 63.61 | 32,16 |
| | 2 g | 66.47 | 84.94 | 50.26 |
| | 3 g | 109.35 | 132.73 | 78.53 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

No se presenta inversión de las fases, se mantienen con el signo de la emulsión establecido desde el inicio tanto con la prueba del azul de metileno como en el ensayo de dilución. El pH de la formulación 1 se mantiene mientras que la formulación N° 2 aumenta a un valor de 6.1 superando los límites establecidos de tal modo que aumenta en forma importante el número de bacterias afectando negativamente a la piel (Orlandi, 2004, p. 122).

El ensayo de extensibilidad nos muestra que la formulación N°1 no muestra cambios que afecten a la misma y muestra una buena capacidad de extenderse sobre la piel, mientras que la Formulación N° 2 ha aumentado mostrándose más fluida la cual no muestra una formulación agradable, la Formulación N° 3 presentó menos extensibilidad mostrándose más compacta del mismo modo no es agradable a la vista. Dentro del análisis organoléptico el color de las formulaciones no han presentado cambios, no existe presencia de impurezas pues los productos cosméticos que se introduzcan en el mercado deben ser elaborados conforme a buenas prácticas de fabricación (Jiménez, 2016, p. 16).

Tabla 18-3. Resultados de la estabilidad en el día 15

| | | Formulación N° 1 | Formulación N° 2 | Formulación N° 3 |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Signo de la emulsión | Azul de metileno | w/o | w/o | w/o |
| | Dilución | w/o | w/o | w/o |
| pH | 4.5-5.9 | 5.3 | 6.4 | 5.6 |
| Extensibilidad mm² | 0.5 g | 24.63 | 28.27 | 19.63 |
| | 1 g | 47.78 | 72.38 | 32,16 |
| | 2 g | 63.61 | 95.03 | 45.36 |
| | 3 g | 109.35 | 136.84 | 69.39 |
| Apariencia | Color | Crema | Beigue intenso | Crema |
| | Presencia de impurezas | - | - | - |
| | Aspecto | Homogéneo | Homogéneo | Homogéneo |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Los resultados de estabilidad del día número 15 mostraron que el signo de la emulsión permanece constante sin cambio alguno, si bien es cierto existen diferentes métodos para medir la estabilidad, en esta investigación se ha usado el azul de metileno y la prueba de dilución los cuales son necesarios para medir la estabilidad de la emulsión, pues van a determinar si el aceite y el agua se separan con facilidad ocasionando una desestabilidad del producto (Enríquez, 2016, pp 31-33). Si una emulsión no es tratada, cierta cantidad de agua se separará del aceite por la coalescencia natural y sedimentación por la diferencia de densidades entre el aceite y el agua (Enríquez, 2016, p. 16).

En la evaluación del pH se determina que la Formulación N° 1 es la más óptima pues presenta un valor ácido de 5,3 el pH de la piel se considera como un factor clave en la homeostasis de la barrera, estrato córneo, integridad y defensa antimicrobiana, el crecimiento normal de la flora es óptimo a niveles de pH ácido, mientras que las bacterias patógenas, como *S. aureus*, prosperan a niveles de pH neutros (Ali y Yosipovitch 2013, pp. 1-3).

Para evaluar el parámetro de la extensibilidad se realizó un análisis gráfico comparando los valores iniciales y finales obtenidos con cada formulación. A, continuación se muestran las gráficas obtenidas.

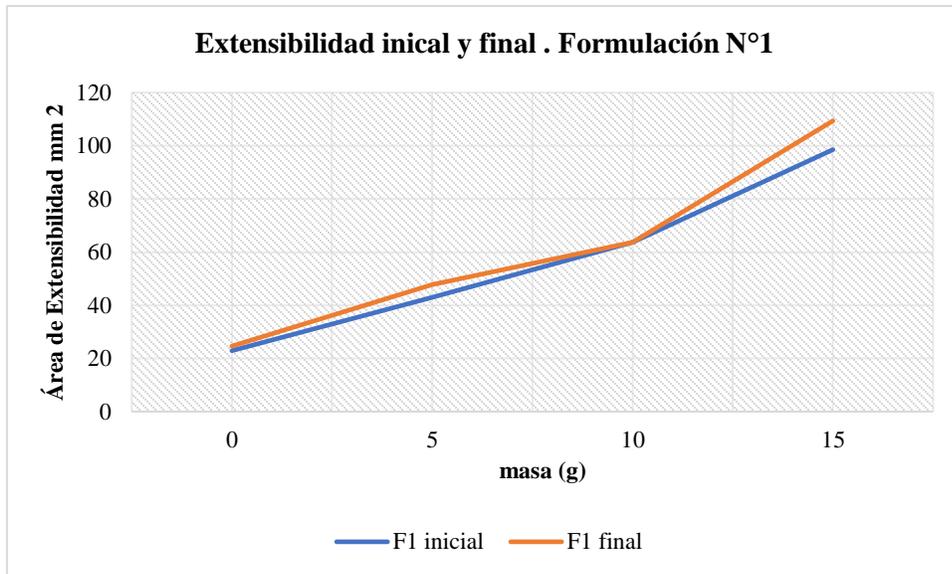


Gráfico 2-3. Extensibilidad inicial y final. Formulación N°1

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

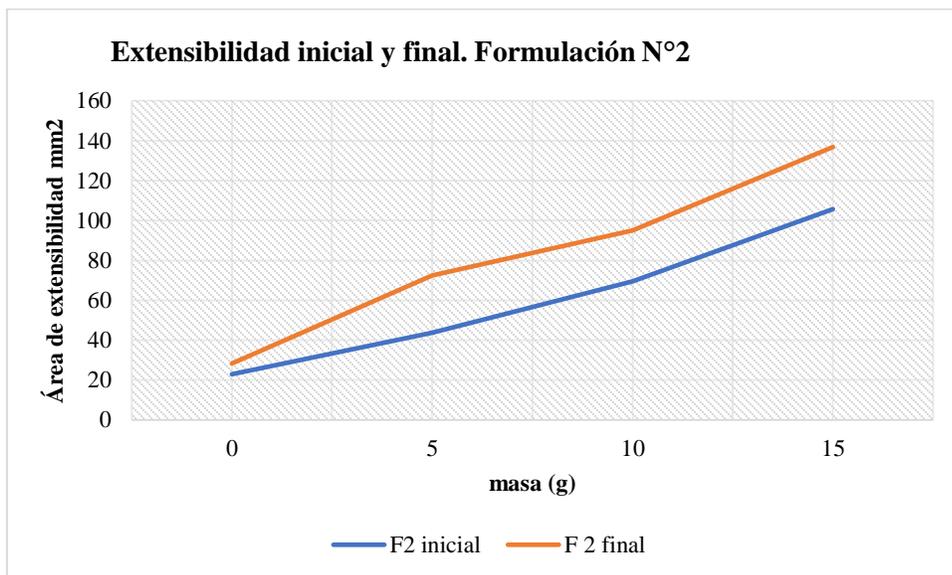


Gráfico 3-3. Extensibilidad inicial y final. Formulación N°1

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

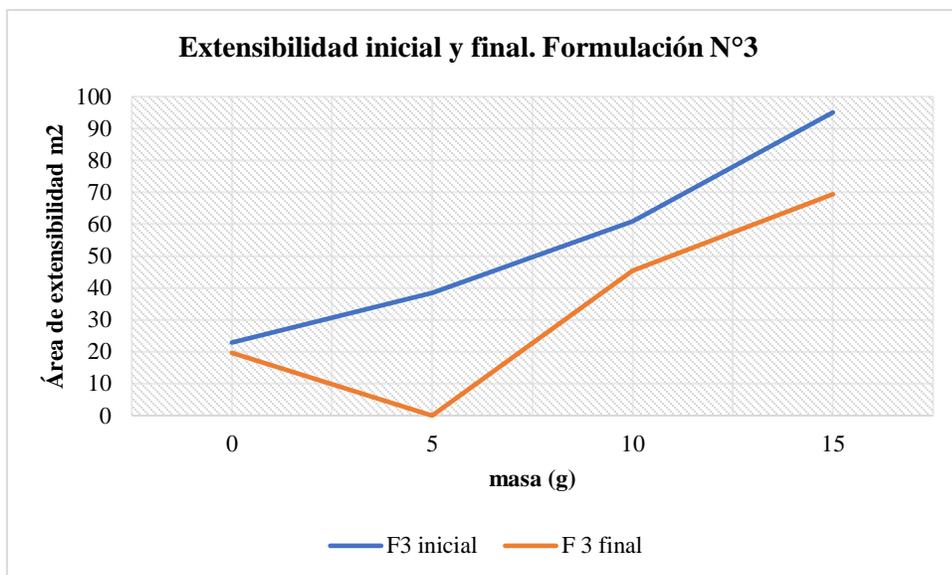


Gráfico 4-3. Extensibilidad inicial y final. Formulaci3n N3

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

En el ensayo de extensibilidad la Formulaci3n N° 1 permanece normal respecto a las mediciones anteriores pese a la temperatura que presenta la c3mara de estabilidad ya que al aumentar la temperatura la viscosidad de la emulsi3n disminuye como ocurren en la Formulaci3n N° 3, pues muestra menos extensibilidad, mientras que la formulaci3n N° 2 presenta m3s extensibilidad a comparaci3n con los resultados anteriores. En el an3lisis organol3ptico todas las formulaciones presentan todas las caracter3sticas adecuadas que requiere la crema limpiadora.

3.8. An3lisis microbiol3gico

a) Aerobios mes3filos

La formulaci3n m3s adecuada fue la formulaci3n N° 1 y a esta se le realiz3 el an3lisis microbiol3gico pues se encontr3 dentro de los par3metros normales sin presentar cambios bruscos, una de los an3lisis que se ejecut3 fue el recuento de aerobios mes3filos, dentro de este grupo se encuentran los microorganismos que se desarrollan en presencia de ox3geno a una temperatura de 20°C y 30°C, la presencia de estos, estima la microflora total sin especificar tipos de microorganismos (Pinto, 2017, p. 5).

Los medios de cultivo no deben mostrar colonias lo cual refleja la calidad sanitaria en que se ejecutó, además de las condiciones higiénicas de la materia prima y la forma como fueron manipulados durante su elaboración (Pinto, 2017, p. 5).

b) *Pseudomonas aeruginosa*

En el análisis microbiológico de la muestra de crema limpiadora no se evidencio la presencia de colonias lo cual tiene coherencia según la Norma Técnica Ecuatoriana para productos cosméticos se debe observar la ausencia de *Pseudomona aeruginosa* en 1 g o ml (NTE INEN 2867 2015).

Este tipo de microorganismos no debe estar presente ya que los cosméticos pueden ser vehículo de este microorganismo en especial los líquidos y cremas pues llegan a ocasionar patologías como la queratitis, infecciones de heridas, foliculitis, etc. en sí llegan a dañar la eficacia y seguridad de los cosméticos (Cerra et al. 2013, pp 17-18).

c) *Staphylococcus aureus*

En el análisis microbiológico realizado para determinar *Staphylococcus aureus* en la crema limpiadora no presento colonias en el medio de cultivo según la Norma Técnica Ecuatoriana para productos cosméticos el límite de aceptabilidad es la ausencia de *Staphylococcus aureus* en 1 g o ml (NTE INEN 2867 2015).

La presencia del género *Staphylococcus* y particularmente *S. aureus* en una materia prima o producto farmacéutico o cosmético, indica que la fuente de contaminación puede ser humana, siendo perjudicial ya que provocan en la piel celulitis, impétigo, e infecciones post operatorias en diversos sitios (Cerra et al. 2013, p. 18).

d) *Escherichia coli*

Según la Norma Técnica Ecuatoriana para productos cosméticos en cuanto al requisito de la determinación de *Escherichia coli* el límite de aceptabilidad es la usencia de *Escherichia coli* en 1 g o ml (NTE INEN 2867 2015) y efectivamente en el análisis microbiológico no se evidenciaron colonias. Hay que mencionar que si hubiera las presencia en un producto de uso o consumo humano implicaría una posible presencia de contaminación fecal en especial en productos de consumo oral y en materias primas de origen natural (Cerra et al. 2013, p. 19).

3.9. Test de Irritabilidad

Tabla 19-3. Evaluación para el IPC

| EVALUACIÓN PARA EL IPC | | |
|-------------------------------------|---|--|
| ERITEMA (E) | 0 | Ausencia de eritema |
| | 1 | Eritema muy ligero |
| | 2 | Eritema bien visible |
| | 3 | Eritema importante |
| | 4 | Eritema purpúrico |
| EDEMA (O) | 0 | Ausencia de edema |
| | 1 | Edema muy ligero y palpable |
| | 2 | Edema ligero, (contornos netos bien definidos) |
| | 3 | Eritema más grande que la zona de aplicación |
| PÁPULAS (P) | 0 | Ausencia de pápulas |
| | 1 | Pápulas menos de 1mm de diámetro |
| | 2 | Vesículas de 1 a 2 mm |
| | 3 | Pápulas |
| | 4 | Ampollas con líquido claro |
| SEQUEDAD DESCAMACIÓN (S) | 0 | Ausencia de sequedad y de descamación |
| | 1 | Ligera sequedad = aspecto mate |
| | 2 | Sequedad neta = aspecto pulverulento |
| | 3 | Descamación moderada = aspecto de escamas |
| | 4 | Descamación importante = presencia de escamas espesas |
| EFEECTO DETERGENTE (D) | 0 | Ausencia de rugosidad |
| | 1 | Rugosidad Ligera = aspecto ligeramente arrugado |
| | 2 | Rugosidad neta = aspecto neto de arrugado |
| | 3 | Rugosidad moderada = aspecto muy arrugado |
| | 4 | Rugosidad importante = presencia de arrugas profundas |
| REFLECTIVIDAD (R) | 0 | Ausencia de rugosidad |
| | 1 | Ligera reflectividad = aspecto ligeramente brillante |
| | 2 | Reflectividad neta = aspecto brillante |
| | 3 | Reflectividad moderada = aspecto barniz |
| | 4 | Reflectividad importante = aspecto helado fuertemente reluciente |

Fuente: (Instituto Español S.A., 2006)

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Tabla 20-3. Interpretación de resultados de la evaluación del IPC

| IPC | APLICACIÓN |
|---------------------------|--|
| 0 | Muy bien tolerado |
| $> 0 \text{ y } \leq 0.5$ | Bien tolerado o bastante bien tolerado |
| > 0.5 | Ligera tolerancia o muy mal tolerado |

Fuente: (Instituto Español S.A., 2006)

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

El test de irritabilidad primaria se realizó en 20 mujeres mostrándose los resultados a continuación:

Tabla 21-3. Resultados de, test de Irritabilidad

| Código | E | O | P | S | D | R | IPC |
|--------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Luego de realizar el test de irritabilidad con la crema limpiadora, con saponinas de quinua (*Chenopodium Quinoa*), con mujeres mayores de edad se establece que el Índice de Irritabilidad Primaria es igual a cero de tal forma que la crema se considera segura para las personas que vayan a utilizarla (Cobos, 2015, p.46).

3.10. Costos de producción

Tabla 22-3. Cálculo de costos de producción de crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*)

| CÁLCULO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CREMA LIMPIADORA CON SAPONINAS DE QUINUA (<i>CHENOPODIUM QUINOA</i>) | | | | |
|--|------------------|------------------|---------------------|-------|
| Nombre de producto: Crema Limpiadora con saponinas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) | | | | |
| Unidad de costo: 12 | | | | |
| Materias primas | Unidad de compra | Costo por unidad | Unidades utilizadas | Costo |
| Alcohol cetílico | Onza | 0.50 | 1 | 0.50 |
| Cera de abeja natural | Onza | 2.0 | 1 | 2.0 |
| Aceite de almendras | Onza | 1.0 | 8 | 8.0 |
| Vitamina E | Onza | 1.0 | 1 | 1.0 |
| Lecitina | Onza | 0.50 | 1 | 0.50 |
| Benzoato de sodio | Onza | 0.50 | 1 | 0.50 |
| Agua destilada | Litros | 3.0 | 1 | 3.0 |
| Costo total de materias primas | | | | 15.50 |

| Otros costos | |
|------------------------|------|
| Mano de obra | 25.0 |
| Empaques | 18.0 |
| Total, de otros costos | 43.0 |

| | |
|---|-----------------------|
| Total, de costos de materia prima más otros costos | 15.50 +43.0= 58.50 |
| Costo unitario | 58.50/12= 4.88 |

Realizado por: Quinapanta, Graciela; 2021.

Para evaluar el costo de producción de la crema limpiadora se realizó el cálculo de costos, donde se incluyen cada uno de los componentes necesarios para la ejecución del producto, de este modo se determina el precio al que el producto se puede comercializar, mostrándonos un valor unitario de \$ 4.88 precio accesible para las personas interesadas puedan adquirirlo.

CONCLUSIONES

Las saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) se obtuvieron de su cascarilla, el proceso de extracción fue la más sencilla y económica por lo que se puede usar ampliamente, siempre y cuando se mantengan todas las condiciones adecuadas, el porcentaje de rendimiento de la extracción del 86.22%, pese a que existen distintas técnicas de extracción, la más óptima fue la extracción hidroalcohólica puesto que las saponinas son solubles en estas mezclas, para obtener saponinas con alto porcentaje de rendimiento se puede optimizar el proceso de desaponificado.

Se realizaron 30 formulaciones de cremas limpiadoras con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) en las cuáles varían las concentraciones de cada uno de los componentes con el fin de encontrar las formulaciones más aceptables.

Luego de realizar varias repeticiones con su respectiva metodología, se obtuvieron 3 formulaciones óptimas de crema limpiadora con saponinas de quinua con las mismas que se procedió a ejecutar el control de calidad para verificar que se encuentren dentro de los límites establecidos.

Al ejecutar el control de calidad de la crema limpiadora con saponinas de quinua, se determinó que la formulación más aceptable es la N°1 al mostrar un pH de 5.3, organolépticamente presentó características óptimas: ausencia de impurezas, olores o colores desagradables, el análisis microbiológico, y el test de irritabilidad se encontraron dentro de los límites de aceptabilidad siendo indicativo que el producto se encuentra apto para ser utilizado en la piel y a futuro se puede considerar como una formulación innovadora en el campo de la cosmética.

Al evaluar el costo el costo de producción de la Crema Limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa*) se muestra un precio accesible para las personas interesadas a utilizar cosméticos que presentan en su composición productos naturales como la saponina, pese a que en el mercado existe gran demanda para vender productos para la piel es una gran alternativa para poder reemplazarlos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda promover la investigación acerca de los beneficios que puede brindar la quinua (*Chenopodium Quinoa*) a la piel al ser introducida en un producto cosmético, pues la cosmética natural se ha ido incrementando en el mercado y es el momento propicio para aportar a futuras investigaciones.

Se recomienda la producción de la crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium Quinoa*) a escala industrial, pues su elaboración es muy factible y los costos de producción son bajos en comparación con cremas cosméticas convencionales.

Debido a que la crema limpiadora con saponinas de quinua (*Chenopodium Quinoa*) es bien aceptada por la colectividad se recomienda promover el uso por largos períodos para observar las características que se pueden presentar la piel al pasar el tiempo.

Realizar estudios de estabilidad acelerada por un período prolongado de tiempo para determinar el tiempo de vida útil del producto y conocer el período de caducidad en su envase original y las condiciones de almacenamiento óptimas para el producto de manera que se garantice la calidad de la crema limpiadora en el tiempo de vida útil asignado.

GLOSARIO

Antioxidante: Sustancia que forma parte de los alimentos de consumo cotidiano y que puede prevenir los efectos adversos de especies reactivas sobre las funciones fisiológicas normales de los humanos (Coronado H. et al. 2015).

Coalescencia: Término por el que se conoce a la fusión de las micelas de la fase interna para dar lugar a gotas de mayor tamaño y que conlleva el riesgo de rotura de la emulsión (Sanz 2017).

Emulgentes: Sustancias químicas, que se utilizan para reducir la tensión superficial entre ambas fases, permitiendo así formar y estabilizar las emulsiones (Sanz 2017).

Inmunoestimulantes: Aquellos elementos farmacéuticos que de forma directa o indirecta restauran la actividad inmunológica, además de que alteran la respuesta inmunitaria, para obtener un efecto terapéutico benéfico (Pérez 2010).

Pseudocereales: Semillas de plantas dicotiledóneas con un elevado valor nutricional que actualmente forman parte de la dieta de muchas personas a nivel mundial, siendo idóneas y seguras para las personas que llevan una dieta libre de gluten. Aportan cantidades significativas de almidón, fibra dietética, proteínas con un equilibrado perfil de aminoácidos, lípidos ricos en ácidos grasos insaturados, minerales y vitaminas (Huamanchumo 2020).

Surfactante: Las sustancias anfifílicas conocidas bajo el nombre de surfactantes pueden representarse esquemáticamente por la fórmula L-H. La parte lipofílica de la molécula (L) es en general un radical hidrocarbonado tal como el dodecil benceno o el tridecano. Por otra parte, H representa la parte hidrofílica o polar de la molécula, que es en general un grupo oxigenado (Salager 1993).

Tensión superficial: Propiedad de la superficie de un líquido que permite soportar una fuerza externa (Tamir 2010).

Tixotropía: Capacidad de un líquido para reducir su viscosidad aparente mientras se aplica una cierta cantidad de calor o energía mecánica, como el corte o la vibración (Gerez 2006).

BIBLIOGRAFÍA

- ABUGOCH, L.**, "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composición, química, propiedades nutricionales y funcionales". *Elsevier Inc* [en línea], 2009, (Chile) vol.58, pp 1-31. [Consulta: 27 de septiembre 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.**, "Saponins of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico". *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm* [en línea], 2016, (Colombia) vol. 45(3), pp 438-469. [Consulta: 27 de septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.readcube.com/articles/10.15446/FrcciQuifa.v45n3.62043>.
- ALCALDE, M.** "Productos cosméticos". *Offarm*, vol. 23, n° 8 (2004), (Barcelona) pp. 108-115.
- ALCALDE, M.T.**, "Cosmética natural y ecológica". *Offarm* [en línea], 2008, (Barcelona) vol. 27(9), pp. 96-102. [Consulta: 27 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://www.doymafarma.com/121/08/2012.Copiaparausopersonal,seprohibelatransmisióndeest edocumentoporcuquiermedioformato>.
- ALI, S.M. y YOSIPOVITCH, G.** "El pH de la piel: De la ciencia básica al cuidado básico de la piel". *Acta Dermato-Venereologica* [en línea], 2013, (Estados Unidos) 93(3), pp. 261-267. [Consulta: 11 de febrero 2021]. ISSN 00015555. Disponible en: https://www.medicaljournals.se/acta/content_files/files/pdf/93/3/3854.pdf.
- ALMODOVAR, L; HERNÁNDEZ, A.** Evaluación del comportamiento del estearato de trietanolamina y alcohol cetílico en emulsiones cosméticas [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Instituto Politécnico Nacional, México. 2013. pp. 1-90. [Consulta: 16 de octubre 2020]. Disponible en: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/16955/1/25-1-16600.pdf>.
- ANGGRAINI, A.R. y OLIVER, J.** "Aceites vegetales". *Revista de información y modelización química* [en línea], 2019, (Argentina) 53(9), pp. 1689-1699. [Consulta: 28 de noviembre 2020]. ISSN 1098-6596 Disponible en: <http://special-chemicals.es/pdf/OLIS-VEGETALS-GENERAL.pdf>.

APOLO, J. Diseño De Una Crema Cosmética a Partir De Un Extracto Hidroalcohólico De Culantro (*Coriandrum Sativum L.*) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Machala, Ecuador. 2017. pp. 1-74. [Consulta: 28 de septiembre 2020]. Disponible en: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11374/1/APOLO ROMERO JHONNER XAVIER.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11374/1/APOLO_ROMERO_JHONNER_XAVIER.pdf).

ARANBERRI, I., BINKS, B., CLINT, J. y FLETCHER, P. "Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polimeros y agentes tensioactivos". *Revista Iberoamericana de Polímeros* [en línea], 2006, (Reino Unido) 7(3), pp 21. [Consulta: 04 de febrero 2021]. Disponible en: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/aranberri.pdf>.

ARCSA. *Productos Cosméticos De Bajo Riesgo*. [en línea]. 2017. [Consulta: 29 de septiembre 2020]. Disponible en: <https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/03/Instructivo-Externo-especificaciones-físico-químicas-organolépticas-y-microbiológicas-cosméticos-de-bajo-riesgo.pdf>.

ARRIAGA, P. Alcohol Cetílico. *Instituto de dermocosmética* [Blog]. [Consulta: 22 de marzo 2021]. Disponible en: <http://www.jabonariumshop.com/alcohol-cetilico>.

BLAAK, J. y STAIB, P. " La relación entre el pH y la limpieza de la piel ". *Issues and Challenges* [en línea], 2018, (Estados Unidos) vol 54, pp. 132-142. [Consulta: 10 de febrero 2021]. ISSN 16622944. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30130782/>.

CÁCERES, M. Determinación de la calidad microbiológica de cosméticos capilares elaborados a base de compuestos naturales comercializados en Lima Metropolitana [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Biología. (Perú). 2018. pp. 1.70. [Consulta: 13 de marzo 2021]. Disponible en: https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1750/Caceres_mp.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

CARDENAS, L, ROJAS, L. Elaboracion de crema antiestrias a partir de productos naturales a escala de laboratorio [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad EAFIT, Departamento de Ingeniería de procesos, Escuela de Ingeniería. (Colombia). 2007. pp. 1-234. [Consulta: 04 de febrero 2021]. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2014.10.020><http://dx.doi.org/10.1016/j.apcatb.2013.08.019><http://dx.doi.org/10.1016/j.tsf.2016.12.015><https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298><http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624>.

CERRA, H., AVERSA, N., CARBONE, N., CARNEVALI, S., CHIESA, C., COVO, M., D'AQUINO, M., DEGROSSI, J., DENOYA, C., DOMÍNGUEZ, P., FERNÁNDEZ, M.C., FRANCO, M., GIAMPAOLO, B., HORAK, C., TEVES, S., TORNO, G., VÁZQUEZ, A., ZARANKIN, E. y ZARESKY, A. "Manual de Microbiología aplicada a las Industrias Farmacéutica, Cosmética y de Productos Médicos". *Asociación Argentina de Microbiología* [en línea], 2013, (Argentina), pp. 388-350. [Consulta: 18 de febrero 2021]. ISBN 978-987-26716-3-1. Disponible en: <https://www.aam.org.ar/descarga-archivos/manual-microbiologia-aplicada.pdf>.

COBOS, D. Elaboración de una crema nutritiva facial a base de la pulpa de Chirimoya (*Annona cherimola*, *Annonaceae*) [en línea] (Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Politécnica Salesiana. (Ecuador). 2015. pp. 1-94. [Consulta: 29 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>.

CORONADO H., M., VEGA Y LEÓN, S., GUTIÉRREZ T., R., MARCELA, V.F. y RADILLA V. " Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana". *Revista Chilena de Nutricion* [en línea], 2015, (México) 42 (2), pp. 1-7. [Consulta: 18 de febrero 2021]. ISSN 07177518 Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>.

CRUZ, P. y NÁJERA, I. Evaluación del contenido microbiológico y cuantificación de plomo en pinturas faciales infantiles obtenidas en el Mercado Central de Lima. [en línea] (Trabajo de Titulación).(Pregrado) Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica , Escuela de Farmacia y Bioquímica. (Perú). 2017. pp.1-123. [Consulta: 17 de febrero 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323346383.pdf>.

DÍAZ, J. "Estudios de estabilidad de productos cosméticos". *ONUDI* [en línea], 2018, (Colombia), pp. 1-90. [Consulta: 04 de enero 2021]. ISBN 9789585985131. Disponible en: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONUDI_Guía de Estabilidad_FINAL \(003\).pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-02/ONUDI_Guía de Estabilidad_FINAL (003).pdf).

DONG, S., YANG, X., ZHAO, L., ZHANG, F., HOU, Z. y XUE, P. "Actividad antibacteriana y mecanismo de acción de las saponinas de las cáscaras de *Chenopodium quinoa Willd.* contra las bacterias patógenas transmitidas por los alimentos. Cultivos y productos industriales". *Elsevier* [en línea], 2020, (China) 149, pp. 1-14. [Consulta: 02 de diciembre 2020]. ISSN 09266690. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112350>.

DORA, L., JUAN, A., GUZMÁN, B., TENORIO, R., CRUZ, D.L., ESPINAL, C., JUAN, A. y MOLLINEDO, P. "Saponinas de *Chenopodium Quinoa Willd* y *Chenopodium Pallidicaule Aellen* como biocontroladores de hongos fitopatógenos y agentes de hemólisis". *Revista Boliviana de Química* [en línea], 2015. (Bolivia) 32(1), pp. 8-14. [Consulta: 02 de diciembre 2020]. ISSN 0250-5460. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4263/426339683002.pdf>.

EL HAZZAM, K., HAFSA, J., SOBEH, M., MHADA, M., TAOURIRTE, M., KACIMI, K.E.L. y YASRI, A. "Una visión de las saponinas de la quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*): Una revisión. Moléculas" . *MDPI* [en línea], 2020, (Marruecos) 25(5), pp. 1-22. [Consulta: 01 de noviembre 2020]. ISSN 14203049. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/5/1059>.

ENRÍQUEZ, H. Fundamentos De Las Emulsiones Agua-Aceite Crudo Y Su Aplicación en la industria petrolera [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. (México). 2016. pp. 1-115. [Consulta: 11 de febrero 2021]. Disponible en: [http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14861/FUNDAMENTOS DE LAS EMULSIONES AGUA-ACEITE CRUDO Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA PETROLERA.pdf?sequence=1](http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14861/FUNDAMENTOS_DE_LAS_EMULSIONES_AGUA-ACEITE_CRUDO_Y_SU_APLICACION_EN_LA_INDUSTRIA_PETROLERA.pdf?sequence=1).

FERNÁNDEZ, E. "Fórmulas dermatológicas". *Farmacia profesional* [en línea], 2003. vol.17, pp. 70-75. [Consulta: 29 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4583684>.

FIALLOS-JURADO, J., POLLIER, J., MOSES, T., ARENDT, P., BARRIGA-MEDINA, N., MORILLO, E., ARAHANA, V., DE LOURDES TORRES, M., GOOSSENS, A. y LEON-REYES, A. "Determinación de saponinas, análisis de expresión y caracterización funcional de genes biosintéticos de saponinas en hojas de *Chenopodium quinoa*." *Ciencia de las plantas* [en

línea], (Ecuador) 250, pp. 188-197. [Consulta: 03 de noviembre 2020]. ISSN 18732259
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.05.015>.

GARCIA ORTIZ, F. Optimización del proceso de fabricación de una crema para manos [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Química. (México). 2014. pp. 1-74. [Consulta: 16 de octubre 2020]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/123456789/14478>.

GEREZ, J. *Tixotropía en fluidos poliméricos* [Blog].2006. [Consulta: 18 de febrero 2021].
Disponible en: http://www.geosoil.com/espanol/publicaciones/1002_tixotropia_polimeros.pdf.

GIANNA, V. Extracción, Cuantificación y Purificación de saponinas de semillas de *chenopodium quinoa willd* provenientes del Noroeste Argentino [en línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. (Argentina). 2013. pp. 1-131. [Consulta: 10 de noviembre 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11086/1413>.

GODOY, M. Determinación Del Balance Hidrófilo-Lipófilo (Hlb) Requerido De Grasas Y Aceites De Origen Vegetal Y Animal, Para Su Utilización En Las Formulaciones Farmacéuticas Y Cosméticas [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de el Salvador, Facultad de Química y Farmacia. (El Salvador). 2004. pp. 1-134. [Consulta: 28 de enero 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5591/1/10128225.pdf>.

GONZÁLEZ, R., YEVERINO, M.L. y AGUIRRE, D. "Estudio exploratorio de los valores de pH en cremas corporales de primera opción en estantería". *RCFB* [en línea], 2018, (México) 2, pp. 1. [Consulta: 02 de febrero 2021]. Disponible en: <http://rcfb.uanl.mx/index.php/rcfb/article/view/158/151>.

GÓRAL, I. y WOJCIECHOWSKI, K. "Actividad superficial y propiedades espumantes de extractos vegetales ricos en saponinas. Avances en la ciencia de los coloides y las interfaces". *Elsevier* [en línea], 2020, (Polonia) 279, pp. 1-20. [Consulta: 02 de diciembre 2020]. ISSN 00018686. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2020.102145>.

GORDILLO, B. y QUIROZ, M.D.P. "Química de cosméticos". *Educación Química* [en línea], 2018. 6(1), pp. 24. [Consulta: 02 de febrero 2021]. ISSN 0187-893X. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.1995.1.66731%0A>.

GUDIÑO, R. Control microbiológico de cremas faciales, a base de productos naturales, comercializadas en centros naturistas de Quito [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Central Del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Química Farmacéutica . (Ecuador). 2013. pp. 1-142. [Consulta: 17 de febrero 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1125>.

GUEVARA, E. Saponinas triterpénicas de la quinua (*chenopodium quinoa willd*) en la elaboración de una crema con actividad exfoliante [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. (Ecuador). 2012. pp. 1-130. [Consulta: 26 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2588>

HUAMANCHUMO, W. Pseudocereales andinos: valor nutritivo y aplicaciones para alimentos libres de gluten. [en línea].(Trabajo de Titulación). (Maestría) Universidad Politécnica de Valencia. (España). 2020. pp. 1-28. [Consulta: 18 de febrero 2020]. Disponible en: <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/151184>.

JACOBSEN, S. "La importancia de los cultivos andinos". *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología* [en línea], 2003, (Perú) 13(36), pp. 14-24. [Consulta: 27 de septiembre 2020]. ISSN 0798-3069. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/705/70503603.pdf>.

JIMÉNEZ, N. "Productos cosméticos : marco normativo y prevención de riesgos laborales". *Notas técnicas de Prevención* [en línea], 2016. (España), pp. 1-8. [Consulta: 11 de febrero 2021] Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/329011/ntp-1074.pdf/89d89d07-d697-45c0-abdb-85b07e4d0ab6>.

LÓPEZ, V. Formulación y control de calidad de emulsiones aceite/agua a base de saponinas aisladas de *chenopodium quinoa willd*. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia.

(Ecuador). 2020. pp. 1-102. [Consulta: 20 de enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14254/1/56T00937.pdf>.

LOZANO, M. "Cuantificación De Saponinas En Residuos De Quinoa Real *Chenopodium Quinoa Willd*". *Revista Boliviana de Química* [en línea], 2012.(Bolivia) 29(2), pp. 1-9. [Consulta: 09 de diciembre 2020]. ISSN 0250-5460. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v29n2/v29n2_a02.pdf.

MARTÍNEZ, C. Desarrollo de micro Y nanoemulsiones de liberación sostenida. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Complutense, Facultad de Farmacia. (Madrid). 2016. pp. 1-20. [Consulta: 02 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/49260/>.

MELO. Propuesta documental para la ejecución de pruebas de calidad con miras a establecer estabilidad cosmética. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. (Colombia). 2016. pp. 1-103. [Consulta: 04 de enero 2021]. Disponible en: https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/492/1/TESIS_FINAL_COSMETICOS_1.pdf.

MONDEJA, Y. Influencia de variables tecnológicas y de formulación en la calidad y estabilidad de cremas cosméticas [en línea] (Trabajo de Titulación). (Pregrado) Universidad Central Martha Abreu De Las Villas, Facultad de Química y Farmacia, Departamento de Farmacia. (Cuba). 2017. pp. 1-70. [Consulta: 02 de febrero 2021]. Disponible en: [https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8889/Yunisley Mondeja Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=n](https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8889/Yunisley_Mondeja_Rivera.pdf?sequence=1&isAllowed=n).

MORENO, J.A., GONZÁLEZ, M.A., GONZÁLEZ, M., RUBIO, E., MORENO, L.A. y ROXANA, L. "Aplicación de un análisis de correlación canónico , relacionando la temperatura y extensibilidad de una crema cosmética bloqueadora UV . Aplicación de un análisis de correlación canónica, que relaciona la temperatura y la extensibilidad de un tinte UV cosmético". *Revista enlace químico* [en línea], 2011, (México) 3 (2), pp. 1-13. [Consulta: 04 de febrero 2021]. Disponible en: quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/view/53.

MUÑOZ, J. y ALFARO, C. "Avances en la formulación de emulsiones". [en línea], 2007, (España), pp. 1-10. [Consulta: 29 de noviembre 2021]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/profile/Jose_Munoz6/publication/26524089_Avances_en_la_formulacion_de_emulsiones/links/552f93f70cf2acd38cbc09ac/Avances-en-la-formulacion-de-emulsiones.pdf.

NTE INEN 2867, 2015. Productos Cosméticos-Requisitos. *Libro anual del INEN* [en línea], pp. 7. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2867.pdf.

OLMOS, S. *Determinación De Extensibilidad. Procesos normalizados* [Blog]. [Consulta: 29 de noviembre 2020]. Disponible en: http://www.sefh.es/pn/procedimientos_control/PN_extensibilidad.pdf.

ORLANDI, M. "Piel sana y manto ácido". *Dermatología cosmética* [en línea], 2004, (Perú) 15(2), pp. 121-124. [Consulta: 02 de febrero 2021]. Disponible en: <http://www.cidermperu.org/php/fofia/pdf/f0078.pdf>.

PAAR, A. *Penetrómetro* [Blog]. [Consulta: 29 de noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=58858&L=0>.

PAJUELO, R. *Posibilidades de la Saponina de quinua en la industria cosmética*. Lima Perú. pp. 1-52.

PARRA, C. Formulación de una crema humectante utilizando como emulgente natural y biodegradable saponinas triterpénicas extraídas del fruto de *Sapindus saponaria L.* (Jaboncillo) [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Química Farmacéutica. (Ecuador). 2018. pp. 1-104. [Consulta: 20 de septiembre 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17335>.

PÉREZ, G.L. "Uso racional de inmunoestimulantes en la práctica médica". *Revista de enfermedades infecciosas en pediatría* [en línea], 2010, pp. 41-42. [Consulta: 28 de septiembre 2020] Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revenfined/eip-2010/eip104a.pdf>.

PÉREZ, T., RODRÍGUEZ, Y., MORALES, I., SOLER, D.M. y MARTÍN, N. de la P., 2011. Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle L.* . Comportamiento reológico y extensibilidad de una

formulación semisólida del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L. *Tecnología, Ciencia, Educación* [en línea], vol. 26, no. 2, pp. 75-79. [Consulta: 01 de febrero 2021]. ISSN: 0186-6036. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48221175003%0ACómo>.

PÉREZ, T., RODRÍGUEZ, Y., MORALES, I., SOLER, D.M. y MARTÍN, N. "Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L". *Tecnología, Ciencia, Educación* [en línea], 2011, (México) 26(2), pp. 75-79. [Consulta: 01 de febrero 2021]. ISSN: 0186-6036 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48221175003%0ACómo>.

PINTO, P.U. *Microorganismos indicadores* [Blog]. [Consulta: 12 de noviembre 2020]. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/renalao/docs/analisis_microbiologico_de_los_alimentos_vol_iii.pdf.

PRADO, R. Evaluación de técnicas de extracción de saponinas de la quinua (*Chenopodium quinoa willd*) como alternativa de mejoramiento para la cadena productiva en Cundinamarca [en línea] (Trabajo de titulación). (Monografía) Universidad Abierta y a Distancia UNAD. (Colombia). 2018. pp. 121-138. [Consulta: 02 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2017.12.025%0Ahttp://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/hasil-risikesdas-2018.pdf%0Ahttp://www.who.int/about/licensing/>.

RODRÍGUEZ, A. *Chenopodium quinoa Willd.* ¿Por qué nos interesa conocerla? [en línea] (Trabajo fin de grado). (Monografía) Universidad de la Laguna, Facultad de Ciencias de la Salud, Sección Farmacia. (España). 2018. pp. 3-26. [Consulta: 28 de noviembre 2020]. Disponible en: [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium quinoa Willd. ¿Por que nos interesa conocerla.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy).

ROJAS, W., ALANDIA, G., IRIGOYEN, J., BLAJOS, J. y SANTIVÁÑEZ, T. "La Quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial". *Oficina Regional para America Latina y el Caribe, FAO* [en línea], 2011, (Bolivia) 37, pp 66. [Consulta: 27 de septiembre 2020]. ISSN 01401963. Disponible en: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>.

SALAGER, J.L. *Surfactantes en solución acuosa*. Venezuela. vol. 2, pp. 1-25.

SANI, E. Obtención de emulsionantes a partir de saponina de quinua (*Chenopodium Quinoa*) por reacciones de esterificación para uso cosmético [en línea] (Trabajo de titulación).(Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Química. (Ecuador).2019. pp.1-105. [Consulta: 26 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13955>.

SANZ, S. Determinación del signo de la emulsión [Blog]. [Consulta: 16 de septiembre 2020]. Disponible en: <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2017/4/11/114468.pdf>.

SIGNORELLI, I., ISLA, M., APIBA, B. y GALÉNICA, D.F. "Elaboración de una crema para uso tópico a base de Urtica dioica L". *Revista de la Facultad de Farmacia* [en línea], 2006, (Venezuela) 47(2), pp. 26-31. [Consulta: 10 de febrero 2021]. Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/23873/articulo6.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>.

SILVA, P.M., MASSUELA, D.C., KHAN, M.W., HAMAR, A., KHAJEHEI, F., GRAE, S. y PIATTI, C. "Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): Una visión general de los potenciales del “grano de oro” y los aspectos socioeconómicos y ambientales de su cultivo y comercialización. Alimentos". *MDPI* [en línea], 2020, (Portugal). 9(216), pp. 31. [Consulta: 01 de diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/2/216>.

SUÁREZ-ESTRELLA, D., TORRI, L., PAGANI, M.A. y MARTI, A. "Amargor de la quinoa: causas y soluciones para mejorar la aceptabilidad del producto". *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura* [en línea], 2018, (Estados Unidos) 98(11), pp. 4033-4041. [Consulta: 01 de noviembre 2020]. . ISSN 10970010. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29485194/>.

TAMIR, A. *Arte y ciencia Tensión superficial* [Blog]. [Consulta: 18 de febrero 2021]. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/23976/1/Tensión superficial.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/23976/1/Tensión%20superficial.pdf).

TEH, S.S. y MAH, S.H. "Evaluaciones de estabilidad de diferentes tipos de emulsiones a base de aceites vegetales". *Journal of oleo science* [en línea], 2018, (Malasia) 1387(11), pp. 1381-1387. [Consulta: 10 de febrero 2021]. ISSN 10.5650. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jos/67/11/67_ess18067/_pdf/-char/en.

TELLO, M. Formulación de una crema hidratante elaborada con ingredientes orgánicos a base de Sábila [en línea].(Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Ambientales. (Ecuador). 2018. pp.1-154. [Consulta: 29 de septiembre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/709>.

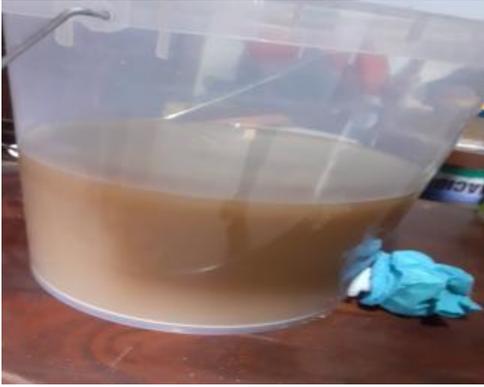
VEGA-GÁLVEZ, A., MIRANDA, M., VERGARA, J., URIBE, E., PUENTE, L. y MARTÍNEZ, E.A. "Datos nutricionales y potencial funcional de la quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), un antiguo grano andino" .*Una revisión. Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura* [en línea], 2010. (Chile) 90(15), pp. 2541-2547. [Consulta: 01 de diciembre 2020]. ISSN 00225142. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.4158>.

VILLACIS, C. Estudio para la extracción y purificación de saponinas a partir del mojuelo de quinua como una posible alternativa a la disponibilidad de tensoactivos de origen natural. [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la Ingeniería y Mecánica, Carrera de Ingeniería Petroquímica. (Ecuador). 2018. pp. 1-94. [Consulta: 20 de enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15426/1/T-ESPEL-IPE-0018.pdf>.

VILLAREAL, J. Análisis de la influencia del Balance Hidrofílico-Lipofílico en los surfactantes usados para recuperación mejorada de petróleo [en línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en geología, minas, petróleos y ambiental, Carrera de Ingeniería de Petróleos. (Ecuador). 2019. pp. 1-119. [Consulta: 17 de diciembre 2020] Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18141>.

ANEXOS

ANEXO A: OBTENCIÓN DE SAPONINA CRUDA.



Agua de lavado de quinua



Evaporación



Cristales de saponina

ANEXO B: PURIFICACIÓN DE SAPONINAS.



Separación de fases con butanol



Decantación



Rotavapor



Cristales de saponina

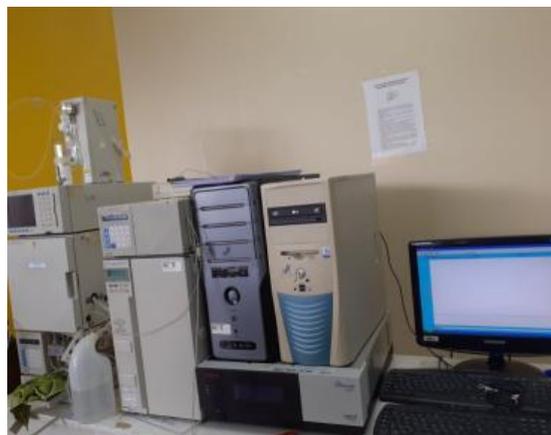
ANEXO C: CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS.



Preparación de la fase móvil



Filtración

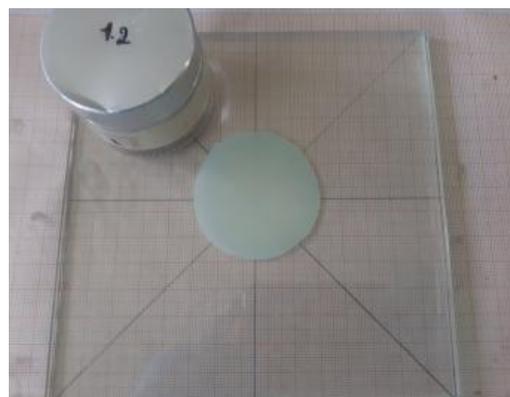


Equipo HPLC

ANEXO D: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO.



Signo de la emulsión



Extensibilidad



pH



Análisis organoléptico

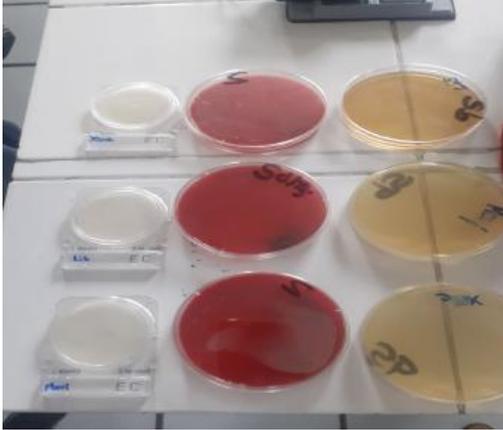
ANEXO E: ESTABILIDAD ACELERADA.



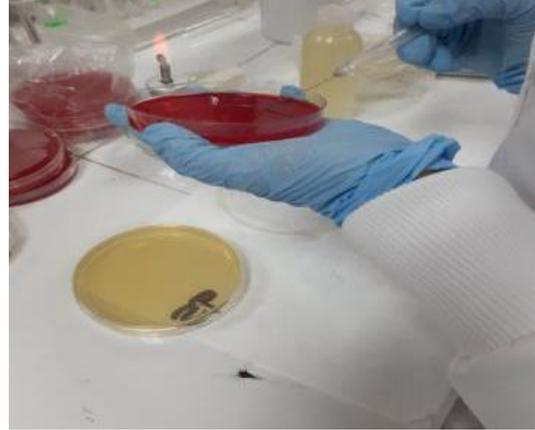
Cámara de estabilidad



ANEXO F: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.



Medios de cultivo



Siembra en medio de cultivo



Incubación



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>Graciela Lisbeth Quinapanta Telenchana</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 15:28:44 -05'00'



1581-DBRA-UTP-2021