



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN DE  
SHAMPOO OBTENIDO A PARTIR DEL MOJUELO DE QUINUA  
(*Chenopodium quinoa*).**

#### **Trabajo de titulación**

**TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL**

Presentado para optar el grado académico de:

**BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA: MARITZA JOHANA MONTES NAZARENO**

**DIRECTORA: Dra. SUSANA DEL PILAR ABDO LÓPEZ, M.Sc**

Riobamba – Ecuador

2021

© 2021, Maritza Johana Montes Nazareno

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

Yo, Maritza Johana Montes Nazareno declaro que el presente trabajo de titulación 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, 17 de marzo de 2021

**Maritza Johana Montes Nazareno**

**CI: 171835611-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Trabajo Experimental. "ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA FORMULACIÓN DE SHAMPOO OBTENIDO A PARTIR DEL MOJUELO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)", realizado por la señorita: Maritza Johana Montes Nazareno, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Lic. Karen Lisseth Acosta León., M.Sc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-03-31
Dra. Susana Del Pilar Abdo López., M.Sc. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-03-31
BQF. Diego Renato Vinuesa Tapia., M.Sc. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-03-31

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo experimental va dedicado a Dios por ser quien me brindó sabiduría y perseverancia en cada momento de mi preparación académica.

A mis padres que con esfuerzo y paciencia me han apoyado incondicionalmente en este camino día a día, siendo el motor de mi vida para alcanzar mis objetivos. A mis hermanos y familiares por su apoyo absoluto y cariño siempre hacia mí.

Maritza

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos son primeramente a Dios, por la vida y bendiciones que nos brinda a mi familia y a mí cada día. Gracias al universo.

Gracias a mis padres por la dedicación y el amor a lo largo de mi vida, por comprenderme e impulsarme en mis caídas, a la vez festejar y valorar mis logros, gracias por ser lo más importante en mi vida y ayudarme durante este trayecto a cumplir una meta más de muchas.

Gracias a mis hermanos por ser mi base y ejemplo a seguir, por sus consejos y cooperación siempre que lo he necesitado. Gracias aquellas personas por su amistad y cariño sincero de inicio a fin.

El más grande agradecimiento a mi tutora Dra. Susana Abdo (Susi) a quien aprecio mucho, gracias por trasmitirme mucho positivismo, por apoyarme y siempre haber estado pendiente de mí durante este proceso de titulación. Al BQF. Diego Vinueza, por sus enseñanzas y conocimientos, por ser un gran aporte en la carrera de Bioquímica y Farmacia. A todos los docentes que han sido parte de mi formación académica desde inicio de la carrera, quienes con su conocimiento me han brindado todo lo necesario para ser una gran profesional.

A la prestigiosa Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por abrir sus puertas y haber formado en mí una persona profesional con ética y valores que replicare durante el trayecto de mi vida.

Maritza Montes

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>4</b>
<b>1 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
1.1 El shampoo .....	4
1.1.1 <i>Generalidades</i> .....	4
1.1.2 <i>Función del shampoo</i> .....	5
1.1.3 <i>Tipos de shampoo</i> .....	5
1.1.3.1 <i>Shampoo tradicional</i> .....	5
1.1.3.2 <i>Shampoo no tradicional</i> .....	6
1.1.4 <i>Estructura del shampoo</i> .....	7
1.1.4.1 <i>Tensoactivos</i> .....	8
1.1.4.1.1 <i>Clasificación de los Tensoactivos</i> .....	9
1.1.4.2 <i>Estabilizadores de espuma</i> .....	11
1.1.4.3 <i>Agentes acondicionadores</i> .....	11
1.1.4.4 <i>Viscosantes</i> .....	12
1.1.4.5 <i>El ácido</i> .....	12
1.1.4.6 <i>Conservantes</i> .....	12
1.1.4.7 <i>Aditivos especiales</i> .....	13
1.1.5 <i>Indicadores de calidad del shampoo</i> .....	13
1.2 <i>La quinua</i> .....	14
1.2.1 <i>Origen</i> .....	14
1.2.2 <i>Taxonomía</i> .....	14
1.2.3 <i>Descripción botánica</i> .....	15
1.2.4 <i>Actividad Farmacológica</i> .....	15
1.2.5 <i>Saponinas</i> .....	16
1.2.5.1 <i>Generalidades</i> .....	16
1.2.5.2 <i>Estructura</i> .....	17
1.2.5.3 <i>Saponinas de la quinua</i> .....	19
1.2.5.4 <i>Obtención de saponinas de la quinua</i> .....	19
1.2.5.5 <i>Saponina de la quinua en la cosmética</i> .....	20
1.2.5.6 <i>Ácido oleanólico</i> .....	21
1.3 <i>Extractos</i> .....	22
1.3.1 <i>Extracto vegetal acuoso</i> .....	22

1.3.1.1	<i>Cola de caballo</i> .....	23
1.3.1.2	<i>Mastuerzo</i> .....	23
1.4	Estudio de estabilidad.....	24
<b>CAPÍTULO II</b> .....		26
<b>2</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	26
2.1	<i>Lugar de la investigación</i> .....	26
2.2	<i>Población de estudio</i> .....	26
2.3	<i>Técnicas de recolección de datos</i> .....	26
2.4	<i>Equipos, materiales y reactivos</i> .....	26
2.4.1	<i>Equipos</i> .....	26
2.4.2	<i>Materiales</i> .....	27
2.4.3	<i>Reactivos</i> .....	28
2.5	<i>Técnicas y métodos</i> .....	28
2.5.1	<i>Extracción de saponina cruda</i> .....	28
2.5.2	<i>Extracción de sapogenina por hidrolisis acida</i> .....	29
2.5.3	<i>Formulación del shampoo.</i> .....	30
2.5.4	<i>Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.</i> .....	31
2.5.5	<i>Determinación de la Viscosidad</i> .....	31
2.5.5.1	<i>Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes</i> .....	32
2.5.6	<i>Estabilidad preliminar</i> .....	33
2.5.7	<i>Determinación de espuma</i> .....	36
2.5.8	<i>Determinación de pH</i> .....	37
2.5.9	<i>Densidad relativa</i> .....	37
2.5.10	<i>Pruebas organolépticas</i> .....	38
2.5.11	<i>Determinación microbiológica del producto final</i> .....	38
2.5.12	<i>Test de irritabilidad</i> .....	40
2.5.13	<i>Etiquetado</i> .....	42
<b>CAPITULO III</b> .....		43
<b>3</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	43
3.1	<i>Solubilidad de saponina cruda y sapogenina hidrolizada</i> .....	43
3.2	<i>Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.</i> .....	43
3.3	<i>Determinación de la Viscosidad</i> .....	44
3.3.1	<i>Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes</i> .....	44
3.3.2	<i>Ensayo de viscosidad con diferentes extractos vegetal acuoso</i> .....	45
3.4	<i>Estabilidad preliminar</i> .....	46

3.4.1	<i>Ensayos empleados para la finalización de cada ciclo</i> .....	<b>47</b>
3.4.2	<i>Ensayos empleados al inicio y final cada ciclo.</i> .....	<b>59</b>
3.4.2.1	<i>Determinación de espuma</i> .....	<b>59</b>
3.4.2.2	<i>Determinación de la densidad relativa.</i> .....	<b>61</b>
3.4.2.3	<i>Ensayo organoléptico</i> .....	<b>62</b>
3.5	<i>Selección del producto final</i> .....	<b>63</b>
3.5.1	<i>Análisis estadístico del producto final</i> .....	<b>65</b>
3.5.2	<i>Determinación microbiológica del producto final</i> .....	<b>66</b>
3.5.3	<i>Test de irritabilidad</i> .....	<b>67</b>
3.5.4	<i>Etiquetado</i> .....	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>68</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>70</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.....	31
<b>Tabla 2-2:</b>	Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes.....	33
<b>Tabla 3-2:</b>	Componentes de las formulaciones con su respectivo lote. ....	34
<b>Tabla 4-2:</b>	Diseño de la estructura metodológica del estudio de estabilidad preliminar.....	35
<b>Tabla 6-2:</b>	Metodología para las pruebas organolépticas.....	38
<b>Tabla 7-2:</b>	Metodología para la determinación microbiológica del producto final.....	39
<b>Tabla 8-2:</b>	Escalas de evaluación para test de irritabilidad. ....	41
<b>Tabla 9-2:</b>	Interpretación de resultados del IPC.....	42
<b>Tabla 10-3:</b>	Solubilidad de saponina cruda y saponina hidrolizada. ....	43
<b>Tabla 11-3:</b>	Resultados de la actividad física de la saponina, en dos tipos de formulaciones.	43
<b>Tabla 12-3:</b>	Resultados de la viscosidad con diferentes agentes espesantes. ....	44
<b>Tabla 13-3:</b>	Resultados de la viscosidad con diferentes extractos vegetales acuosos.....	45
<b>Tabla 14-3:</b>	Interpretación rápida de la formulación de cada tratamiento. ....	46
<b>Tabla 15-3:</b>	Resultados de la fase inicial del estudio preliminar. ....	47
<b>Tabla 16-3:</b>	Resultados del pH inicial del estudio preliminar.....	47
<b>Tabla 17-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 1 del estudio preliminar. .	48
<b>Tabla 18-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 1 del estudio preliminar. ....	49
<b>Tabla 19-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 2 del estudio preliminar. .	50
<b>Tabla 20-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 2 del estudio preliminar. ....	50
<b>Tabla 21-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 3 del estudio preliminar. .	51
<b>Tabla 22-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 3 en el estudio preliminar. ....	52
<b>Tabla 23-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 4 del estudio preliminar. .	52
<b>Tabla 24-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 4 del estudio preliminar. ....	53
<b>Tabla 25-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 5 en el estudio preliminar. .	54
<b>Tabla 26-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 5 en el estudio preliminar. ....	54
<b>Tabla 27-3:</b>	Resultados de viscosidad de la culminación del ciclo 6 del estudio preliminar. .	55
<b>Tabla 28-3:</b>	Resultado final de la determinación de viscosidad del estudio preliminar. ....	55
<b>Tabla 29-3:</b>	Resultados de pH de la culminación del ciclo 6 del estudio preliminar. ....	59
<b>Tabla 30-3:</b>	Determinación de la altura de la espuma en fase inicial.....	59
<b>Tabla 31-3:</b>	Determinación de la altura de la espuma en la fase final. ....	60
<b>Tabla 32-3:</b>	Resultados de la densidad relativa inicial.....	61
<b>Tabla 33-3:</b>	Resultados de la densidad relativa final. ....	61
<b>Tabla 34-3:</b>	Resultados del ensayo organoléptico de la etapa inicial y final del estudio preliminar.....	62
<b>Tabla 35-3:</b>	Resultado del producto final.....	63
<b>Tabla 36-3:</b>	Resultados de la determinación microbiológica del producto final.....	66
<b>Tabla 37-3:</b>	Resultados del test de irritabilidad.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Tensioactivos rodean la suciedad (lipofílica) orientando su zona lipofílica hacia ella y su zona hidrofílica hacia fuera, quedando la suciedad encapsulada. ....	8
<b>Figura 2-1:</b>	Estructura básica de un tensioactivo. ....	9
<b>Figura 3-1:</b>	Estructura de tensioactivos aniónicos usando el ejemplo de los representantes de longitud de cadena C12: (A) Lauril sulfato de amonio; (B) Lauril sulfato de sodio; (C) lauroil sarcosinato de sodio; (D) Dodecil alfa-olefina sulfonato. ....	10
<b>Figura 4-1:</b>	Estructura química de algunos ejemplos de tensioactivos catiónicos. (A) cloruro de trimetilalquilamonio, (B) cloruro de benzalconio.....	10
<b>Figura 5-1:</b>	Estructuras de la planta de <i>Chenopodium quinoa</i> . ....	15
<b>Figura 6-1:</b>	Estructura general de una saponina.....	17
<b>Figura 7-1:</b>	Estructura de un glucósido triterpenoide didesmosídica.....	18
<b>Figura 8-1:</b>	Estructura de un glucósido esteroideal. ....	18
<b>Figura 9-1:</b>	Estructura de un glucósido alcaloide. ....	19
<b>Figura 10-1:</b>	Estructura de la saponina: ácido 3-O-β-D-glucopiranosil oleanólico. ....	21
<b>Figura 11-3:</b>	Etiqueta Frontal.....	62
<b>Figura 12-3:</b>	Etiqueta Posterior.....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-2:</b>	Formulación del Shampoo.....	30
<b>Gráfico 2-2:</b>	Determinación de la densidad relativa. ....	37
<b>Gráfico 3-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento A. ....	56
<b>Gráfico 4-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento B .....	56
<b>Gráfico 5-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento C .....	56
<b>Gráfico 6-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento D .....	57
<b>Gráfico 7-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento E .....	57
<b>Gráfico 8-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento F.....	57
<b>Gráfico 9-3:</b>	Viscosidad inicial y final del tratamiento G .....	58
<b>Gráfico 10-3:</b>	Esquema del resultado del producto final .....	64
<b>Gráfico 11-3:</b>	Análisis de varianza.....	65
<b>Gráfico 12-3:</b>	Análisis de varianza (Intervalos) .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Extracción y separación de saponina.
- Anexo B:** Determinación de la concentración de saponina, en formulaciones simples.
- Anexo C:** Determinación de viscosidad con diferentes agentes reológicos.
- Anexo D:** Formulaciones de los lotes.
- Anexo E:** Estudio de estabilidad preliminar - cámara de estabilidad.
- Anexo F:** Determinación de la viscosidad.
- Anexo G:** Determinación de pH.
- Anexo H:** Determinación de espuma.
- Anexo I:** Densidad Relativa.
- Anexo J:** Ensayo organoléptico al final del estudio preliminar.
- Anexo K:** Separación de fases en lote E – Incompatibilidad física.
- Anexo L:** Determinación microbiológica.
- Anexo M:** Test de irritabilidad.

## **ABREVIATURAS**

<b>%</b>	Porcentaje
<b>ml</b>	Milímetro
<b>g</b>	Gramos
<b>C°</b>	Grados Celsius
<b>rpm</b>	Revoluciones por minutos
<b>mPas</b>	miliPascal-segundo
<b>CMC</b>	Carboximetilcelulosa
<b>HEC</b>	Hidroxietilcelulosa
<b>NaCl</b>	Cloruro de sodio
<b>UFC</b>	Unidad formadoras de colonias
<b>PCA</b>	Plate count agar
<b>IPC</b>	Índice de irritabilidad primaria cutánea
<b>USD</b>	Dólar

## RESUMEN

El presente trabajo experimental tuvo como objetivo elaborar y evaluar una formulación de shampoo obtenido a partir del mojuelo de quinua (*Chenopodium quinoa*). Se realizó la extracción de saponina por el método desaponificación por vía húmeda continuando con una evaporación de solvente. Se procedió por medio de formulaciones simples a determinar la concentración óptima de saponina y la afinidad e interacción con agentes reológicos de celulosas y sal, obteniéndose concentraciones de 2% en celulosas y 1% en sal. Con las valoraciones establecidas se elaboró siete tratamientos con distintas formulaciones sometidas a estudio de estabilidad preliminar, el periodo del ensayo fue de seis ciclos y cada ciclo de 48 horas, que consistió mantener en condiciones de estrés a las muestras con cambios de temperatura cada 24 horas de caliente ( $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) a frío ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), al culminar el ciclo se realizó ensayos fisicoquímicos. El producto final se seleccionó analizando la trayectoria durante los ciclos, siendo el tratamiento C el más estable aun cuando la viscosidad disminuyó el 32%, manteniendo valores similares a la muestra de temperatura ambiente, continuando dentro de los rangos de viscosidad y pH; en cuanto a la capacidad espumante el nivel de altura entre sus muestra fue de 8.5 a 9.0 cm sin disminución aparente, por otro lado, en las pruebas organolépticas al final del periodo no se presentó incompatibilidades físicas ni químicas. Al producto final se le determinó pruebas microbiológicas siendo aceptable según los requisitos de la norma NTE INEN-2867, como último control se le aplicó a un grupo de personas el test de irritabilidad, en el que no se observó algún efecto adverso cutáneo. La saponina de quinua es un tensoactivo natural que aparte de tener una capacidad espumante brinda una estabilidad significativa en las formulaciones y múltiples beneficios con su amplia actividad biológica.

**Palabras clave:** <BIOQUÍMICA>, <FORMULACIÓN COSMÉTICA>, <SAPONINA DE QUINUA>, <QUINUA (*Chenopodium quinoa*)>, <SHAMPOO>, <DERMOFARMACIA>, <MOJUELO>

LUIS  
ALBERTO  
CAMINOS  
VARGAS

Firmado digitalmente por  
LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Nombre de reconocimiento  
(DN): c=EC, I=RIOBAMBA,  
serialNumber=0602766974,  
cn=LUIS ALBERTO CAMINOS  
VARGAS  
Fecha: 2021.05.19 17:28:27  
-05'00'



1096-DBRA-UTP-2021

## SUMMARY

The objective of this study was to develop and evaluate a shampoo formulation obtained from quinoa mojuelo (*Chenopodium quinoa*). Saponin was extracted using the wet saponification process and then with solvent evaporation. Using simple formulas, the optimal concentration of saponin and the affinity and interaction with rheological agents of celluloses and salt were determined, obtaining concentrations of 2% in celluloses and 1% in salt. With the established values, seven treatments were elaborated with different formulations subjected to a preliminary stability study. The test period was six cycles and each cycle of 48 hours, which consisted of maintaining the samples under stress conditions with temperature changes every 24 hours from hot ( $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) to cold ( $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), at the end of the cycle, physicochemical tests were carried out. The final product was selected by analysing the trajectory during the cycles, treatment C was the most stable even when the viscosity decreased by 32%, maintaining similar values to the room temperature sample, continuing within the viscosity and pH ranges; Regarding the foaming capacity, the height level among their samples was from 8.5 to 9.0 cm with no apparent decrease, on the other hand, in the organoleptic tests at the end of the period there were no physical or chemical incompatibilities. Microbiological tests were determined on the final product, these were acceptable according to the requirements of the NTE INEN-2867 standard. As the last control, the irritability test was applied to a group of people, in which no adverse skin effect was observed.

**Keywords:** <BIOCHEMISTRY>, <COSMETIC FORMULATION>, <QUINOA SAPONIN>, <QUINOA (*Chenopodium quinoa*)>, <SHAMPOO>, <DERMOFARMACIA>, <MOJUELO>

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue desarrollada a través del proyecto de vinculación institucional “Diseño e implementación de un proyecto de la cadena productiva de la quinua (producción, transformación, comercialización y promoción de consumo de la quinua y sus derivados) como parte del componente de aprovechamiento de la saponina de quinua liderado por el grupo GIPRONAF.

Cada día la sociedad se preocupa más por el cuidado personal, en especial el cabello que desempeña un papel fundamental en el predominio decisivo de la apariencia general de las personas, entre los productos cosméticos de mayor importancia en el cuidado del cabello se encuentra el shampoo que proporciona higiene al cuero cabelludo, removiendo y limpiando la suciedad generada por las glándulas sebáceas, partículas extrañas y residuos de piel muerta.

En la actualidad existe numerosas cantidades de shampoo en el mercado, según COLIPA muchas de estas marcas no cumple con las normativas específicas en su composición y pH, utilizando componentes sintéticos abrasivos para la salud y el cabello, entre los que se puede nombrar están los sulfatos, parabenos y cloruros, todos estos componentes son básicos en la elaboración del shampoo cumpliendo funciones como detergentes (surfactantes), conservantes y espesantes, llegando a producir con el tiempo resequedad e irritabilidad al eliminar los aceites naturales del cuero cabelludo generando enfermedades como: *Pitiriasis capitis* (caspa), dermatitis seborreica, alopecia entre otras.

El presente trabajo experimental tiene como finalidad elaborar una formulación de shampoo amigable con el ecosistema, en base trabajos anteriores en que se utilizó agua de lavado de quinua del proceso de saponificación húmeda realizado por Gunsha (2013).

Las saponinas de la quinua brindan una alta actividad en la interfase debido a la combinación estructural de un grupo polar (azúcar) y uno no polar (esteroide o triterpeno), propiedad que permite su uso como un detergente natural, agente estabilizante y emulsificador en productos de limpieza y cosméticos (Ahumada et al., 2016, p. 06).

Al implementar una saponina natural como surfactante, se contrarresta el uso inadecuado de compuestos sintéticos y a la vez produce múltiples beneficios para el cuero cabelludo, ya que estructuralmente la saponina de la quinua se deriva de ciertos compuestos como el ácido oleanólico, el cual es conocido por poseer propiedades que ayuda en la alopecia de esta manera se evita la caída prematura del cabello, al disminuir el envejecimiento del folículo piloso e

incrementa la circulación sanguínea. Sin embargo, esta formulación al ser natural se adapta a todo tipo de cabello y género, aportando a nivel estético con hidratación, brillo y flexibilidad.

El propósito es lograr por medio de esta formulación que las personas cuiden de su salud, y a la vez se reduzca el impacto ambiental a nivel mundial que existe hoy en día, razón por la cual se pretende dar una utilidad de desaponificación de la quinua denominado mojuelo, otorgando un mejor aprovechamiento a los recursos naturales nacionales y al uso responsable del mismo, ya que se pierde un importante material con alto potencial, a la vez que provoca un daño ambiental cuando se libera al ambiente en altas dosis.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Elaborar y evaluar una formulación de Shampoo obtenido a partir del moyuelo de Quinoa (*shenopodium quinoa*).

### **Objetivos específicos**

Establecer una concentración apropiada de saponina de tal modo que la formulación permanezca estable durante periodos largos de tiempo.

Evaluar la estabilidad del shampoo mediante un estudio preliminar de pruebas fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas de manera que pueda ser apto para la adquisición y consumo humano.

Determinar una formulación del shampoo de moyuelo de quinoa adecuada, en función de sus características emulgentes y curativas.

# CAPÍTULO I

## 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 El shampoo

#### 1.1.1 Generalidades

El shampoo es probablemente el producto cosmético más utilizado para la limpieza diaria del cabello y el cuero cabelludo. La palabra shampoo se deriva de la palabra india cāpnā que significa "empujar", que se amplió para indicar la acción de lavar el cabello. Contienen varios tipos de componentes en su formulación, como tensioactivos, disolventes, colorantes, ajustes de pH, aglutinantes, conservantes, etc. (AlQuadeib, et al, 2018, p.1).

Puede describirse, principalmente, como una preparación cosmética, empaquetada en una forma conveniente para su uso, generalmente aplicado para limpiar el cabello y el cuero cabelludo de suciedad, residuos de productos de peinado aplicados previamente y contaminantes ambientales. Además permite mantener el equilibrio fisiológico de los elementos esenciales del cabello, dejar el cabello brillante para embellecerlo y mejorar su atractivo estético, el proceso de limpieza debe ser suave (Cornwell, 2018, p.17).

El shampoo también tiene que ser fácil de quitar mediante enjuague con agua, debe producir una buena cantidad de espuma para satisfacer las expectativas de los usuarios, dejando el cabello suave, brillante y manejable. También, no debe ser tóxico ni irritante para el cabello y el cuero cabelludo, evitando efectos secundarios o irritaciones de la piel y ojos (Gubitosa et al., 2019, p.2).

Es por ello, que además de la búsqueda de ingredientes permitidos y su rango legislativo de concentraciones, la experiencia cosmética enfocada en el cuidado del cabello, se centra en la investigación de materias primas, estrategias innovadoras y técnicas para la formulación de nuevos productos, caracterizados también por una buena textura y tacto en la piel (Haroon et al., 2019, p.347). De esta forma, podemos encontrar gran variedad de shampoo, transparentes u opacos y están disponibles en forma de líquidos, geles, lociones, pastas, cremas o incluso aerosoles de polvo seco. Entre los shampoos comerciales, además de los normales de limpieza y acondicionamiento

del cabello, existen específicos que tienen ingredientes funcionales adicionales considerando algunos problemas del cabello (Ernststoff et al., 2016, pp.87-88).

### ***1.1.2 Función del shampoo***

El cabello dentro de su composición posee glándulas sebáceas que se encargan de secretar aceite natural para protección del medio externo, también se encarga de brindar un aspecto suave, lo que permite el reflejo de la luz y limita la fricción entre los tallos del cabello. De hecho, es responsable del brillo y la textura del cabello. Si bien esto es beneficioso, por otro lado provoca la acumulación de sebo que puede dar al cabello un aspecto grasiento, derivando en la acumulación de polvo, polen y suciedad que se llega a unir al aceite natural del cabello (Kakizawa y Miyake, 2019, p.2).

Por ello, la función del shampoo es principalmente actuar para la limpieza del cuero cabelludo y el cabello, arrastrando además todas aquellas partículas del medio exterior que se encuentren. Sin embargo, dado que el cuero cabelludo se considera la parte más absorbente del cuerpo, los productos cosméticos aplicados en esta área van directamente a la sangre (Gahlawat et al., 2019, p.150).

Es así que en la actualidad, el shampoo ha pasado no solo de ser un producto cosmético de limpieza, sino también en base a los ingredientes que se emplean para su formulación, se puede especificar su función, como pueden ser el tratamiento de la caspa, dermatitis y otras enfermedades del cabello. Además fortalecen la integridad estructural de las fibras capilares, aumentan la resistencia a la tracción, incrementan el volumen del cabello, reducen el efecto frizz, mejoran la manejabilidad del cabello y estimulan el crecimiento de cabello nuevo (Rafiket al., 2018, p.335)

Renovando la retención de humedad en la corteza y reconstruyendo algunas de las propiedades físicas reducidas del cabello, que se pueden llegar a perder por el proceso normal de envejecimiento. Por tanto, el aumento del brillo del cabello es una de las funciones claves de los shampoos modernos (Gahlawat et al., 2019, p.151).

### ***1.1.3 Tipos de shampoo***

#### ***1.1.3.1 Shampoo tradicional***

Es el producto cosmético para el cuidado del cabello más común, que permite mantener el equilibrio fisiológico de los elementos esenciales del cabello, dejándolo brillante para

embellecerlo y mejorar su estética. Debe ser atóxico y no irritante para el cabello y el cuero cabelludo, evitando efectos secundarios o irritación de la piel y los ojos. Esta categoría abarca todos los productos del cuidado capilar que tienen como función principal la eliminación de la suciedad presente en el cuero cabelludo y cabello. Cuya formulación en su mayoría está hecha a base de detergentes sintéticos (AlQuadeib et al., 2018, p.100).

Dentro de los tipos de shampoo tradicionales se puede establecer diferentes categorías en base al objetivo capilar como son:

- Shampoo para cabello normal, contiene SLS (también llamado lauril sulfato de sodio) como detergente principal, proporciona una buena limpieza del cuero cabelludo. Este tipo de champú también se utiliza para cabellos no tratados con productos químicos (Gahlawat et al., 2019, p.151).
- Shampoo para cabello seco, asegura una limpieza suave y un acondicionamiento excelente mediante el uso de detergentes anfóteros y aniónicos (es decir, sulfosuccinato). Se consideran adecuados para cabellos dañados químicamente y lavados con frecuencia (Rafik et al., 2018, p.336).
- Shampoo para cabello graso, presenta una mezcla de detergentes sulfosuccinatos para disminuir la producción de sebo, que tienden a secar las fibras del cabello (AlQuadeib et al., 2018, p.151).

#### *1.1.3.2 Shampoo no tradicional*

Abarca una nueva generación de productos para la limpieza del cabello, cuya formulación hace el empleo de elementos no convencionales. Diversificando también las funciones que buscan lograr en el cuero cabelludo y el cabello (Gubitosa et al., 2019, p.3).

- Shampoo ecológico, son aquellos cuya formulación hace el empleo de hierbas y extractos de estas para limpiar, embellecer y manejar el cabello. De acuerdo con una tendencia actual, los productos cosméticos formulados con ingredientes naturales están comenzando a usarse nuevamente. El interés por los productos a base de hierbas también se justifica porque, por un lado, se consideran menos costosos; por otro lado, presentan efectos secundarios insignificantes. Curiosamente, existe un gran número de plantas que tienen efectos beneficiosos sobre el cabello por su contenido de vitaminas, aminoácidos,

azúcares, glucósidos, fitohormonas, bioflavonoides, ácidos de frutas y aceites esenciales (Cornwell, 2018, p.20).

A diferencia de los shampoo tradicionales que se basan en ingredientes funcionales sintéticos, reforzados con materias primas o extractos naturales. Los shampoo ecológicos incorporan elementos naturales propios de las plantas empleados normalmente para el lavado del cabello, nutrición, que puede ayudar al crecimiento del cabello y, gracias a la presencia de ácidos grasos que penetran a través del cuero cabelludo, puede eliminar la sequedad y la caspa, mientras que sus propiedades antioxidantes fortalecen las raíces del cabello (AlQuadeib et al., 2018, p.101).

Por otro lado podría considerarse un agente limpiador suave que, gracias a sus propiedades antimicrobianas, puede eliminar cualquier microorganismo responsable de infecciones, permitiendo al cabello recuperar su brillo y devolviendo su textura natural (Cornwell, 2018, p.20).

- Shampoo sólido, otra de las grandes demandas de los consumidores en la actualidad está relacionada con una limpieza rápida del cabello y cuero cabelludo, con beneficios adicionales para la suavidad y brillo del cabello, esto ha aumentado el interés por el desarrollo de nuevas formulaciones de shampoo como, por ejemplo, el sólido. Sin embargo, las innovaciones se refieren no solo a la forma del producto (sólido), sino también al envase y al uso de nuevos ingredientes interesantes (Kothari et al., 2018, p.850).

Estos ingredientes van desde arcillas hasta hierbas, como bases de lavado alternativas, que ya se utilizan como remedios naturales en la antigüedad, hasta harinas para lavar (las más utilizadas son los garbanzos, el mijo, avena, almidón de arroz o maíz). Los shampoo sólidos presentan algunas ventajas adicionales en comparación con los tradicionales. En particular, son fáciles de transportar y pueden usarse durante más tiempo, gracias a una mayor estabilidad microbiológica que las formulaciones líquidas (Ernstoff et al., 2016, p.92).

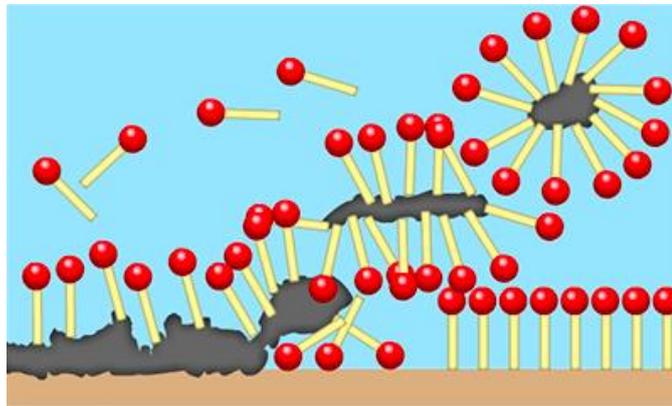
#### **1.1.4 Estructura del shampoo**

Debido a la multitud de propósitos del shampoo para el cuidado del cabello, se emplean gran cantidad de ingredientes con muchos efectos sobre el cabello. En particular, el shampoo típico generalmente contiene una mezcla de tensioactivos primarios y secundarios para limpieza, mejoradores de viscosidad, disolventes, agentes acondicionadores, ajustadores de pH y otros

componentes como fragancias y, eventualmente, color para atractivo comercial (Gubitosa et al., 2019, p.3)

#### 1.1.4.1 Tensioactivos

Desde el punto de vista químico y de formulación, el shampoo está hecho principalmente de bases de lavado, una mezcla de tensioactivos que tienen propiedades limpiadoras para eliminar la suciedad y el polvo del cuero cabelludo y el cabello (Figura 1-1). La presencia de esta mezcla mejora el rendimiento de los productos, reduciendo el fuerte efecto de un solo tensioactivo (Cornwell, 2018, p.20).



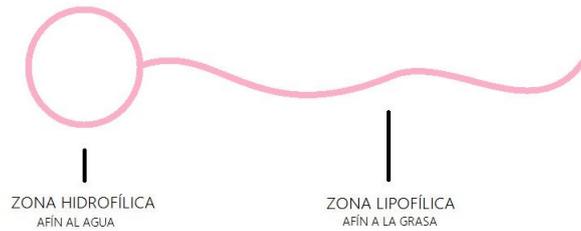
**Figura 1-1.** Los tensioactivos rodean la suciedad (lipofílica) orientando su zona lipofílica hacia ella y su zona hidrofílica hacia fuera, de forma que la suciedad queda encapsulada.

**Fuente:** Cornwell, 2018.

Los tensioactivos son sustancias que disminuyen la tensión superficial entre fases, como el agua y el aceite (Figura 2-1). Por ello forman el "corazón" de la mayoría de las formulaciones de shampoo y desempeñan muchas funciones diferentes en estos sistemas. Su función principal es eliminar la suciedad, como el sebo y las partículas sólidas, del cabello, pero también son importantes para la formación de espuma, aumentar la viscosidad del producto, suspender los activos y solubilizar las fragancias (Santosh et al., 2018, p.3616).

# TENSIOACTIVO

---



**Figura 2-1.** Estructura básica de un tensioactivo.

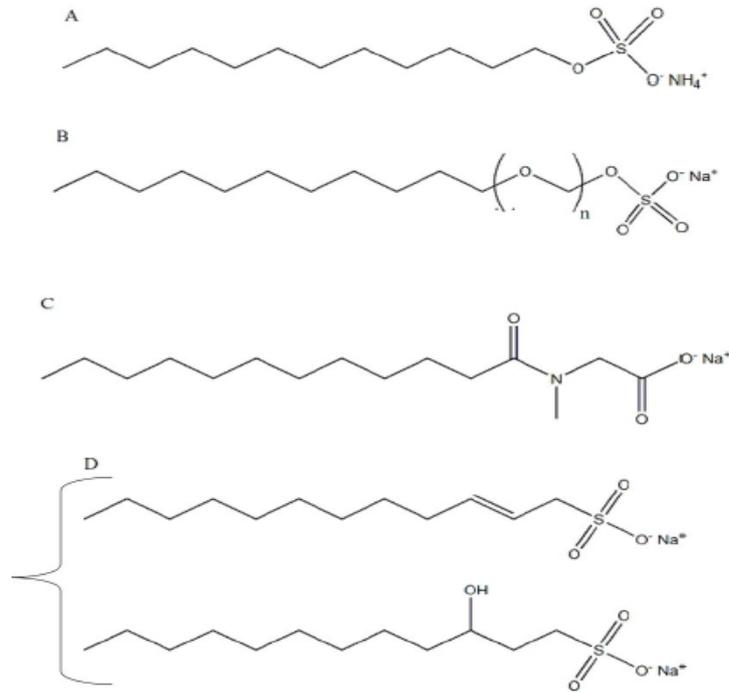
**Fuente:** Cornwell, 2018.

También juegan un papel clave en el desempeño de los sistemas de deposición basados en polímeros catiónicos que se utilizan para administrar activos en el cabello y el cuero cabelludo. Además de esto, deben seleccionarse y mezclarse para que sean lo más suaves posible para la piel, el cabello y los ojos (Marsh et al., p.544).

En particular, los detergentes pueden clasificarse en tensioactivos aniónicos, catiónicos, anfóteros y no iónicos según sus restos químicos.

## *1.1.4.1.1 Clasificación de los Tensioactivos*

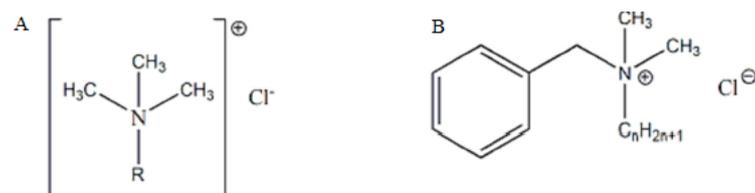
- Los tensioactivos aniónicos se caracterizan por un grupo polar hidrófilo cargado negativamente. Entre ellos, se pueden citar el lauril sulfato de amonio, lauril sulfato de sodio, lauroil sarcosinato de sodio, SDS, alfa-olefina sulfonato y lauril sulfato de amonio (Figura 3-1). Los tensioactivos aniónicos son muy buenos para eliminar el sebo y la suciedad; sin embargo, son limpiadores fuertes y pueden inducir un aumento de las cargas eléctricas negativas en la superficie del cabello, creando frizz y fricción. Por lo tanto, para reducir los daños y tener una detergencia suave, generalmente se agregan en la formulación tensioactivos secundarios tales como tensioactivos no iónicos y anfóteros (Cornwell, 2018, p.21).



**Figura 3-1.** Estructura de tensioactivos aniónicos usando el ejemplo de los representantes de longitud de cadena C12: (A) Lauril sulfato de amonio; (B) Lauril sulfato de sodio; (C) lauroil sarcosinato de sodio; (D) Dodecil alfa-olefina sulfonato.

**Fuente:** Cornwell, 2018.

- Los tensioactivos catiónicos tienen un extremo hidrófilo cargado positivamente y se utilizan principalmente como acondicionadores, pudiendo equilibrar las cargas negativas del cabello después del lavado, reduciendo el frizz. De hecho, son suavizantes eficientes y sustantivos para el cabello debido al bajo punto isoelectrico del cabello (pH 2,15-3,17). Ejemplos típicos son cloruros de trimetilalquilamonio, cloruro o bromuro de benzalconio, etc. (Figura 4-1). Por su naturaleza química, también tienen propiedades bacteriostáticas (Cornwell, 2018, p.22).



**Figura 4-1.** Estructura química de algunos ejemplos de tensioactivos catiónicos. (A) cloruro de trimetilalquilamonio, (B) cloruro de benzalconio.

**Fuente:** Cornwell, 2018.

- Los tensioactivos anfóteros se caracterizan por el control de la carga a través de los valores de pH de la solución. En otras palabras, son tensioactivos aniónicos o catiónicos en soluciones alcalinas o ácidas, respectivamente. Se consideran muy leves y, por tanto, compatibles dermatológicamente. Además, tienen buenas propiedades espumantes, detergentes y humectantes. Por estas razones, se utilizan para reducir la agresividad de los tensioactivos aniónicos. Se pueden mencionar dos tipos de compuestos anfóteros: iminodipropionato de alquilo y (amido) betaínas (Figura 4-1) (Cornwell, 2018, p.22).
- Los tensioactivos no iónicos no presentan carga eléctrica en soluciones acuosas debido a la ausencia de grupos dissociables hidrófilos. Son menos agresivos que otros tensioactivos y, gracias a sus propiedades eudérmicas, se utilizan ampliamente como emulsionantes y solubilizantes en formulaciones cosméticas. Suelen derivarse de plantas, como glucósidos, citratos, sulfosuccinatos e hidrolizados de proteínas. Los alcoholes, que tienen cadenas largas, exhiben algunas propiedades tensioactivas. Entre estos, los alcoholes grasos, el alcohol cetílico, el alcohol estearílico y el alcohol cetosteárico (que consta principalmente de alcoholes cetílico y estearílico) y el alcohol oleílico son muy importantes (Figura 4-1) (Cornwell, 2018, p. 22).

#### *1.1.4.2 Estabilizadores de espuma*

Son anfífilos que se sitúan en la interfase aire-líquido. Permitiendo que la tensión superficial que se forma al momento del contacto del tensioactivo con el agua forme laminillas fijadas que permanecen más tiempo en el cabello como es la espuma y las burbujas, que se mantienen gracias al espesamiento de la fase líquida, por acción de los estabilizadores de espuma. Proporcionan una viscosidad adecuada, un tacto cremoso y una mayor estabilidad de la espuma formada. El más utilizado es la hidroxietilamida del ácido dodecanoico (Ac. laúrico) (Kakizawa y Miyake, 2019, p.4).

#### *1.1.4.3 Agentes acondicionadores*

Funciona para impartir manejabilidad, brillo y propiedades antiestáticas al cabello. Esto puede incluirse en el shampoo que luego tiene una doble función de limpieza y acondicionamiento en una mezcla de tensioactivos. Son útiles para quienes desean lavarse con shampoo a diario y para cabello seco, dañado o tratado químicamente. Las sustancias acondicionadoras comúnmente usadas incluyen seda hidrolizada y proteína animal, glicerina, dimeticona, simeticona, polivinilpirrolidona, propilenglicol y cloruro de estearal -konio. Las sustancias derivadas de proteínas en los acondicionadores pueden reparar temporalmente las puntas abiertas, lo que se

conoce como tricoptilosis. La proteína atraída por la queratina mantiene unidos los fragmentos de corteza hasta que se realiza el siguiente lavado con shampoo (D'Souza y Rathi, 2015, p.250).

#### *1.1.4.4 Viscosantes*

Se añaden para cambiar las propiedades físicas y ópticas del shampoo. Esto mejora la aceptación cosmética. Muchos shampoo son nacarados. Este efecto se logra mediante la adición de pequeñas escamas de materiales adecuados, por ejemplo, diestearato de glicol. Se utilizan espesantes como la sal (cloruro de sodio) y diestearato de PEG-150 para aumentar la viscosidad del producto. Una vez más, estos no tienen ningún efecto sobre la limpieza del cabello (Gahlawat et al., 2019, p.152).

#### *1.1.4.5 El ácido*

Es el compuesto encargado de equilibrar el shampoo, debido a que la fibra capilar tiene un pH de 3.67. Por ello si el producto tiene un pH más cercano a este valor existen menos posibilidades de incrementar la carga eléctrica negativa que normalmente involucra a la fibra capilar. Para abordar el tratamiento del cuero cabelludo; el shampoo no debe tener un pH superior a 5,5, que también es el pH del cuero cabelludo. La inflamación del tallo del cabello que se produce debido a la alcalinización del tallo del cabello después del uso de la mayoría de los detergentes se puede prevenir "equilibrando el pH" del shampoo mediante la adición de un ácido, como ácido glicólico o ácido cítrico para ajustar el pH a aproximadamente 5,5. El uso de champú de "pH neutro" ayuda para el cabello tratado químicamente, ya sea por tinción permanente o por ondulación permanente (D'Souza y Rathi, 2015, p.251).

#### *1.1.4.6 Conservantes*

Resisten los gérmenes y evitan la descomposición de los shampoo. También previenen otros riesgos para la salud que acompañan a la contaminación por gérmenes y bacterias. Los conservantes típicos en los shampoo son benzoato de sodio, parabenos, 1,3-dimetilol-5,5-dimetil (DMDM) hidantoína, EDTA tetrasódico, metilisotiazolinona o MIT y Quaternium-15 (Cornwell, 2018, p.18).

#### *1.1.4.7 Aditivos especiales*

Recientemente, se está agregando una atractiva lista de ingredientes a los shampoo que van desde protectores solares químicos hasta vitaminas como pantenol, provitaminas, ingredientes botánicos como aceite de árbol de té e incluso cerveza. El tiempo de contacto de los shampoo con el cuero cabelludo y el cabello es demasiado breve para esperar beneficios clínicos significativos a pesar de las afirmaciones en contrario. Estos aditivos sirven principalmente para permitir la distinción de un champú de otro en términos de declaraciones de marketing (Kakizawa y Miyake, 2019, p.5).

#### *1.1.5 Indicadores de calidad del shampoo*

La evaluación de los shampoo comprende pruebas de control de calidad que incluyen la evaluación visual y la medición de controles fisicoquímicos tales como: pH, densidad, viscosidad, tensión superficial, volumen de espuma y capacidad de humectación (Haroon et al., 2019, p.354).

Por ello, la mayoría de los shampoo son neutros o ligeramente ácidos, debido a que el pH debe ser el apropiado para evitar irritación de los ojos, mejorar el bienestar del cabello y mantener la fisiología del cuero cabelludo. Dado que se ha encontrado que las soluciones ácidas hacen que la cutícula (capa exterior) del cabello se encoja y quede más plana sobre el tallo del cabello, mientras las soluciones básicas hacen que la cutícula se hinche y se abra (Cornwell, 2018, p.27).

Otro indicativo importante será la toxicidad del shampoo, ya que deben ser médicamente seguras para su uso a largo plazo. Por ello en la actualidad muchas de las formulaciones contienen ingredientes naturales, lo que garantiza la inocuidad del producto (Rafik et al., 2018, p. 338).

La fórmula del shampoo también debe mostrar una buena limpieza, detergencia, baja tensión superficial, tamaño de burbuja pequeño y buena estabilidad de la espuma, que se debe producir cuando el producto entre en contacto con agua (Ernststoff et al., 2016, pág.92).

Si bien la limpieza es la función principal de un shampoo, en realidad son las propiedades espumantes las que impulsan con mayor frecuencia las preferencias del consumidor. Las espumas son una señal importante para la calidad del producto. Esto es, por supuesto, irónico, ya que, técnicamente hablando, la espuma no está necesariamente ligada al poder de limpieza del producto. A pesar de esto, los consumidores exigen que los shampoo formen espuma fácilmente y produzcan mucha espuma cremosa (AlQuadeib et al., 2018, p. 104).

En la actualidad un punto que ha tomado mucha importancia es la acción antibacteriana, ya que el shampoo debe eliminar cualquier microorganismo responsable de infecciones, sin emplear compuestos que puedan dañar el brillo natural del cabello. Así como también no debe ser un medio donde se pueda llegar a dar el crecimiento de microorganismos (Gubitosa et al., 2019, p.12).

## **1.2 La quinua**

### ***1.2.1 Origen***

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un cultivo nativo de la región andina de América del Sur, reconocido por su alto valor nutricional, así como por su capacidad de desarrollarse en entornos agrícolas marginales. Durante la época precolombina, la quinua era considerada como un alimento esencial para la alimentación. De igual manera, descendientes del Imperio Inca (pueblos nativos de los Andes de habla quechua y aymara de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y Argentina) utilizaban la quinua como un elemento importante en su dieta diaria. Sin embargo, su consumo se vio disminuido a causa de la introducción española de cultivos como el trigo, cebada, avena, habas y guisantes (Gomez-Pardo et al., 2019, pp.259-260). De igual manera, al ser la quinua considerado como un alimento sagrado, los españoles lo veían como algo “no cristiano” por tanto se forzó su reemplazo por otros cereales (Angeli et al., 2020, p.2).

Durante siglos, la quinua se ha cultivado en un rango de elevaciones de 0 hasta 4000 m.s.n.m. por los pequeños agricultores de las regiones tradicionales de los Países Andinos de la región. Por tanto, se han desarrollado diferentes variedades de quinua, en función de su localización, dichas variedades ofrecen distintos perfiles nutricionales, así como distintos aspectos visuales (Gomez-Pardo et al., 2019, pp.259-260).

### ***1.2.2 Taxonomía***

La clasificación taxonómica de *Chenopodium quinoa* se detalla a continuación (USDA, 2019).

- Reino: Plantae
- Division: Magnoliophyta
- Clase Magnoliopsida
- Orden: Caryophyllales

- Familia: Chenopodiaceae
- Género: *Chenopodium* L.
- Especie: *Chenopodium quinoa*

### 1.2.3 Descripción botánica

La quinua es una planta herbácea anual y dicotiledónea, que puede alcanzar una altura entre 0.2 a 2.0 m. Se caracteriza porque sus constituyentes exhiben una gran variedad de colores como verde, morado o rojo, así como distintas tonalidades de estos. Presenta hojas anchas y polimorfas generalmente lobuladas (basales: romboides o triangulares, superiores: lanceoladas) pubescentes, polvoriantes e insertadas alternadamente en un tallo central leñoso que puede ser ramificado o no. La inflorescencia en forma de panoja que presenta eje principal, ejes secundarios y en ciertos casos terciarios, con flores séviles, pequeñas y sin pétalos, hermafroditas y auto fecundantes. Su fruto es un aquenio indehisciente en cuyo interior se encuentra un grano con un diámetro aproximado de 2.66 mm; pueden presentar coloraciones blancas, amarillas, cremas, anaranjadas, rosas, grises o negras, e inclusive ser translúcidos (Figura 5-1) (INIA, 2018; González et al, 2015).



**Figura 5-1.** Estructuras de la planta de *Chenopodium quinoa*.

**Fuente:** Bissanti, 2019

### 1.2.4 Actividad Farmacológica

La quinua no solo ha llamado la atención de la comunidad científica por su alto valor nutricional, sino también por sus metabolitos secundarios como saponinas, fitoesteroles, escualeno,

polifenoles, betalaínas y glicina betaína; que pueden ser utilizados con fines terapéuticos. Se ha reportado que las saponinas de la quinua presentan actividad antifúngica, antiinflamatoria e inmunoadyudante, entre las más importantes (Lim et al., 2019, pp.649-652).

Los compuestos fenólicos poseen una gran variedad de actividades biológicas debido a sus efectos sobre la señalización celular y el metabolismo, que incluyen efectos antiinflamatorios, anticancerígenos, antidiabéticos, antiobesidad y cardioprotectores (Graf et al., 2015, pp.431-446). Extractos de semillas de quinua han evidenciado poseer un mayor contenido de antocianinas y polifenoles, así como mayor actividad antioxidante que las semillas de amaranto (Paško et al., 2009, pp.994-998).

Las betalaínas más abundantes en la quinua son la betanina e isobetanina, que poseen diversas propiedades de beneficio para el ser humano similares a las de los compuestos fenólicos, como son la capacidad antioxidante y efectos antiinflamatorios. Sin embargo, investigaciones han demostrado que ciertas betalaínas poseen una mayor capacidad antioxidante que los compuestos fenólicos. En el caso de la betaína y su precursor, la colina, son relevantes en la regulación de la homocisteína y además están implicados en los tratamientos y prevención de la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares (Graf et al., 2015, pp.431-446).

### **1.2.5 Saponinas**

#### **1.2.5.1 Generalidades**

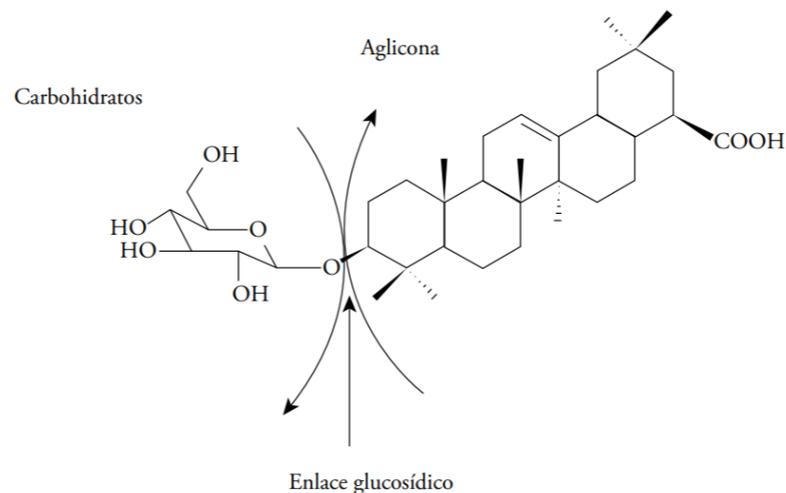
Las saponinas son metabolitos secundarios de las plantas que se encuentran aproximadamente en 100 familias botánicas. El término “saponina” se deriva del latín *sapo*, que significa jabón, en virtud de la formación de espuma generada cuando extractos que contienen saponinas se agitan en soluciones acuosas (Bezerra et al., 2018, pp.1482-1493).

Las saponinas son moléculas estructuralmente diversas compuestas de agliconas no polares de alto peso molecular vinculadas con al menos una molécula de azúcar. La combinación de elementos estructurales polares y no polares explica su actividad tensoactiva (Bezerra et al., 2018, pp.1482-1493).

Estos compuestos se encuentran distribuidos en todos los constituyentes de la planta, y se les atribuyen propiedades insecticidas, antibióticas, fungicidas y farmacológicas; debido a dichas propiedades contribuyen a la defensa de la planta contra plagas y patógenos. Sin embargo, la mayoría de las saponinas presentan un sabor amargo intenso que disminuye sus características organolépticas y de palatabilidad de cualquier estructura rica en su contenido. Se debe considerar que todas las saponinas son potencialmente tóxicas, cuando son ingeridas en grandes proporciones, a causa de su capacidad hemolítica (De Santis et al., 2016, pp. 277-281).

#### 1.2.5.2 Estructura

Las saponinas son compuestos que poseen al menos un enlace glucosídico (C-O-azúcar) en C-3 entre una aglicona (también denominada genina o sapogenina) y una cadena de azúcar (carbohidrato) (Figura 6-1) (El Aziz et al., 2019, pp. 282-288).



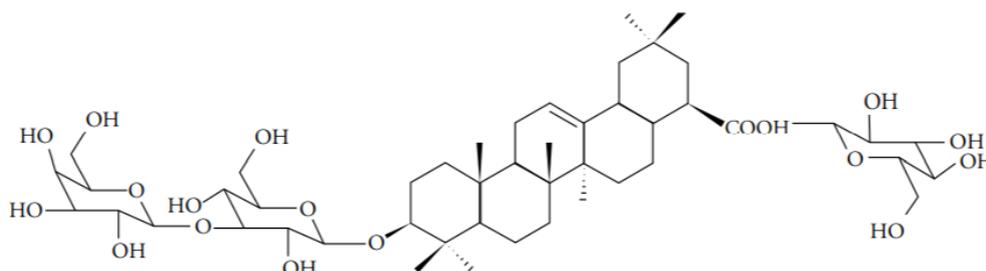
**Figura 6-1.** Estructura general de una saponina.

**Fuente:** Ahumada et al., 2016

En función del tipo de aglicona presente, las saponinas pueden dividirse en tres clases principales, que se describen a continuación.

- **Glucósidos triterpenoides:** Son las saponinas más ampliamente distribuidas en el reino vegetal. El término de triterpeno se refiere a tres monoterpenos de 30 átomos de carbono distribuidos en seis moléculas de isopreno. Los glucósidos triterpenoides contienen 4

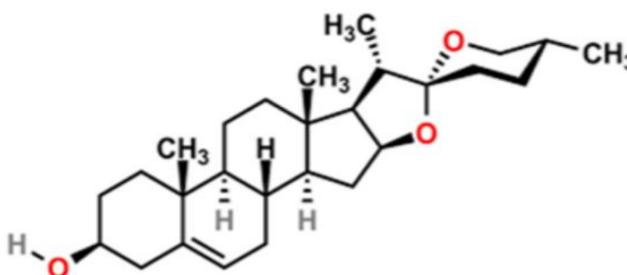
átomos de oxígeno y comúnmente tienen un grupo hidroxilo (OH) en C-3 y un grupo carboxilo en C-28. Un átomo de oxígeno forma un enlace éter en C-3, los dos átomos de oxígeno restantes forman un enlace éster en C-28, mientras que el último átomo de oxígeno se presenta como un grupo alcohólico no enlazado en C-24 (CH<sub>2</sub>-OH). En función al número de restos de azúcar unidos al núcleo de la aglicona, esta clase de saponina se puede clasificar en dos tipos: monodesmosídica que presentan una sola cadena de azúcar normalmente adjunta en C-3 y didesmosídica que tienen dos cadenas de azúcar, a menudo unidas en C-3 y C-28 o en C-24 (Figura 7-1)(El Aziz et al., 2019, pp. 282-288).



**Figura 7-1.** Estructura de un glucósido triterpenoide didesmosídica.

**Fuente:** Ahumada et al., 2016

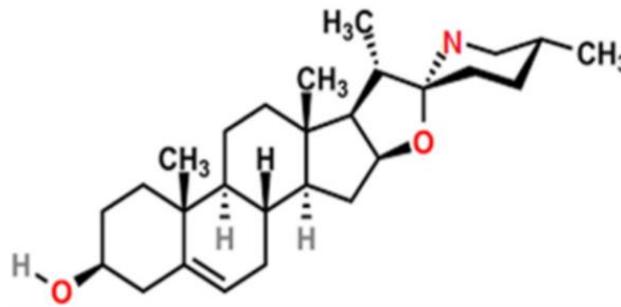
- Glucósidos esteroidales: Son triterpenoides modificados con la estructura de anillos tetracíclicos de seis miembros y anillos bicíclicos de cinco miembros que contienen 27 átomos de carbono. Los glucósidos esteroidales tienen dos heteroanillos de furano y pirano (Figura 8-1) (El Aziz et al., 2019, pp. 282-288).



**Figura 8-1.** Estructura de un glucósido esteroideal.

**Fuente:** El Aziz et al., 2017

- Glucósidos alcaloides: Presentan una estructura similar a los glucósidos esteroidales. No obstante, los glucósidos alcaloides tienen un anillo de piperidina en lugar del anillo de piranosa de los glucosídicos esteroidales (Figura 9-1) (El Aziz et al., 2019, pp. 282-288).



**Figura 9-1.** Estructura de un glucósido alcaloide.

**Fuente:** El Aziz et al., 2017

#### 1.2.5.3 Saponinas de la quinua

La quinua es considerada como un alimento completo y versátil, que puede ser preparado en distintas formas: como grano integral, harina o en bebida. Adicionalmente presenta un alto potencial para futuras aplicaciones tecnológicas para la producción de cereales, cerveza, concentrados de proteínas, entre otras. No obstante, su sabor amargo es un factor que ha limitado su uso, causado por la presencia de saponinas, compuestos antinutricionales que mayoritariamente se alojan en el pericarpio de la semilla de distintas variedades de quinua (De Santis et al., 2016, pp. 277-281).

Se han identificado más de 30 saponinas en diferentes partes de la quinua: hojas, flores, frutos, cáscara y semillas. Químicamente, son estructuras derivadas de la  $\beta$ -amirina. Dichas saponinas se originan de glucósidos triterpénicos derivados del ácido oleanólico, hederagenina, ácido fitolacagénico, ácido deoxifitolacagénico, ácido sejanico y  $3\beta, 23, 30$ -trihidroxi olean-12-eno-28-oico, en cuyos C-3 y C-28 se localizan los grupos hidroxilo y carboxilato, respectivamente; que se combinan con cadenas de azúcar como la arabinosa, galactosa, glucosa y xilosa (Ahumada et al., 2016, pp.438-469).

#### 1.2.5.4 Obtención de saponinas de la quinua

Las saponinas de la quinua se pueden obtener por diferentes métodos de extracción, a continuación, se describen los más comúnmente usados.

- Por vía húmeda: Las semillas de quinua son sometidos a un proceso de remojo y agitación, en agua fija o en flujo. Cuando se utiliza un flujo de agua continua la agitación el proceso finaliza hasta que el agua no contenga espuma La saponina se elimina de los granos de quinua debido a su solubilización en el agua de lavado. Se puede mejorar la extracción de la saponina al aumentar la temperatura de 50 °C, se recomienda no sobrepasar esta temperatura ya que las semillas tienden a alterar su aspecto y perder si embrión (Vicente, 2013, pp.43-44).

También se pueden utilizar solventes orgánicos como el etanol y el metanol solos o a diferentes concentraciones disueltos en agua. Se realiza mediante procesos de maceración con ayuda de agitadores mecánicos (Cheok et al., 2014, p.21).

- Por reflujo y Soxhlet: Involucra un proceso de destilación, que implica calentar una solución hasta la ebullición y luego devolver los vapores condensados a un matraz. El solvente comúnmente utilizado es el etanol. La extracción por reflujo puede variar de 1 a 4 h, mientras que en Soxhlet puede ser de 24 a 72 h (Cheok et al., 2014, p.21).

#### *1.2.5.5 Saponina de la quinua en la cosmética*

El mercado de productos derivados de fuentes biológicas se ha expandido en los últimos años, lo que ha hecho que la industria cosmética busque mejorar la composición de sus productos utilizando ingredientes naturales de origen vegetal. Actualmente la mayoría de los consumidores priorizan los cosméticos con componentes de origen natural debido a la mayor sostenibilidad y menor toxicidad, junto con beneficios iguales, mejores o adicionales en comparación con cosméticos con componentes netamente químicos (Bezerra et al., 2018, pp.1482-1493).

Es así como las saponinas presentes en la quinua se han abierto paso en la industria cosmética. Dentro de las empresas las saponinas de la quinua en sus formulaciones esta Quinoa Brasil, empresa brasileña con sede en Sao Paulo, que ofrece una gran gama de productos a base de extracto de quinua como productos de uso capilar, para mascotas, cuidado de la piel, higiene bucal y limpieza. La empresa ha manifestado que el uso de las saponinas de la quinua ha generado beneficios en sus productos, ya que son biodegradables, más hidratantes, menos agresivos, no generan alergias, al compararlos con otros compuestos sintéticos (EUROECOTRADE, 2016, pp.29-31).

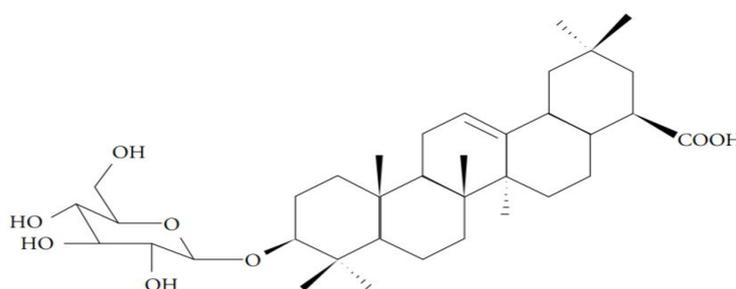
El grupo francés L’Oreal instauró una alianza en Bolivia en octubre del 2015, con el objetivo de poder aprovisionarse de forma responsable de salvado de quinua para uso cosmético. Dicha

alianza actúa en sobre tres ejes: respaldo en la formación de agricultores locales para el uso de buenas prácticas agrícola, combatir la erosión de los suelos promulgando los cultivos de especies nativas de la región y compartir conocimientos científicos y estudios de L'Oreal con colegas locales. L'Oreal ha expresado que el salvado de quinua es rico en saponinas y polifenoles, considerándolo como una materia prima importante para la cosmética (EUROECOTRADE, 2016, pp.29-31).

#### 1.2.5.6 Ácido oleanólico

El ácido oleanólico es un triterpenoide que existe en la naturaleza como ácido libre o como aglicona de saponinas triterpenoides (Figura 10-1). Comúnmente se encuentra de forma ubicua con su isómero, el ácido usólico. En las plantas, el ácido oleanólico se localiza con frecuencia en las ceras epicuticulares, actuando como barrera contra los patógenos y la pérdida de agua. A más de sus funciones a nivel ecológico en las plantas, el ácido oleanólico y sus derivados poseen varias actividades farmacológicas como efectos antioxidante, antitumoral, antiinflamatorio, antidiabético, antihipertensivo y antimicrobiano (Ayeleso et al., 2017, p.1915).

Varios estudios han reportado la actividad antitumoral y anticancerígena del ácido oleanólico contra el crecimiento tumoral y canceroso en modelos *in vitro* e *in vivo*. Por ejemplo, el ácido oleanólico inhibe el crecimiento de tumores trasplantados y su proliferación en células hepatocelulares hepáticas (HepG2) (Wang et al., 2013, pp.1323-1330). Investigaciones sobre el éster metílico del ácido oleanólico, derivado del ácido oleanólico, ha exhibido efectos citotóxicos en células de cáncer de cuello uterino humano por medio de la apoptosis inducida (Song et al., 2015, pp. 896-902).



**Figura 10-1.** Estructura de la saponina: ácido 3-O- $\beta$ -D-glucopiranosil oleanólico.

**Fuente:** Kuljanabagavad y Wink, 2009

Además, el ácido oleanólico ha sido utilizado como un agente terapéutico en modelos de diabetes con la finalidad de optimizar la acción de la insulina, suprimir la gluconeogénesis y promover el uso de la glucosa. Una de las ventajas que presenta el uso del ácido oleanólico es que carece de actividad adipogénica, es decir no conduce al alza el transporte de glucosa a la periferia, que comúnmente conllevan al aumento de peso (Sung et al., 2010, pp.831-839).

En cuanto a su capacidad hipertensiva, investigaciones han reportado que el uso de ácido oleanólico puede prevenir de forma significativa el aumento de la presión arterial sistólica y el nivel de peroxidación de lípidos cardíacos, a su vez no exhibió cambios sobre el peso corporal y del timo que generarse a consecuencia de tratamientos con glucocorticoides (Bachhav et al., 2015, 385-392).

A nivel cosmético el ácido oleanólico ha sido utilizado como un agente subsidiario en sus productos. Investigaciones han demostrado que el ácido oleanólico tiene propiedades antienvjecimiento, por medio de la síntesis de procolágeno, ceramidas y filagrina, así mismo puede inhibir la actividad de MMP-1, enzima que descompone proteínas como el colágeno (Zhang et al., 2013, pp.3227-3239). Varias plantas que poseen altos contenidos en ácido oleanólico comúnmente son utilizadas en diferentes formulaciones para el tratamiento de caída del cabello, diversos estudios han concluido que el ácido oleanólico contribuye al aumento del número de cabellos en hombres con alopecia prematura, también promueve el crecimiento de los ejes de los folículos animales y prolonga la etapa anágena de los mismo en estudios *in vitro* (Liu et al., 2017, pp. 136-140).

### **1.3 Extractos**

#### ***1.3.1 Extracto vegetal acuoso***

Se define como extracción a la separación de una mezcla de metabolitos vegetales utilizando solventes selectivos mediante procedimientos estándar. El objetivo de los métodos de extracción con solventes es separar los metabolitos vegetales solubles, dejando a un lado el bagazo celular insoluble. Cuando el solvente utilizado es agua, el extracto obtenido se denomina acuoso (Dekebo, 2019).

### 1.3.1.1 Cola de caballo

*Equisetum arvense* L. conocido comúnmente como cola de caballo es una hierba perenne tupida originaria del hemisferio norte. Durante mucho tiempo la planta de cola de caballo ha sido utilizada en la medicina tradicional para el tratamiento de diversas afecciones como tuberculosis y problemas de vías urinarias, también es utilizado como hemostático para menstruación profusa, hemorragias nasales, pulmonares y gástricas, a nivel cosmético es utilizado para mejorar la calidad de las uñas y para combatir la caída del cabello (Asgarpanah y Roohi, 2012, pp. 3689-3693).

La planta de cola de caballo contiene una gran variedad de componentes activos biológicos como: alcaloides, fitoesteroles, saponinas, esteroides, ácido ascórbico, ácido silícico, fenoles, taninos, flavonoides, triterpenoides, aceites volátiles, entre los más importantes. Estudios farmacológicos han demostrado su poder antioxidante, anticancerígeno, antimicrobiano, como relajante muscular suave, anticonvulsivante, sedante, ansiolíticos, dermatológico, antiinflamatorio, antidiabético, diurético, inhibidor plaquetario y muchos otros efectos (Al-Snafi, 2017, pp.31-42).

En relación con el cuidado capilar, la cola de caballo contiene altos niveles de ácido silícico, el mismo que está relacionado con el aumento de la resistencia a la tracción y grosor de cabello, reduciendo su fragilidad. Adicionalmente la cola de caballo mejora la circulación sanguínea, en consecuencia, mejora la condición de los folículos pilosos y ayuda a estimular el crecimiento del cabello (Knibbs, 2020).

### 1.3.1.2 Mastuerzo

*Lepidium sativum* L. es una hierba anual de crecimiento rápido originaria de Egipto y el oeste de Asia, también es conocida como berro de jardín (Shekhar y Kumar, 2016). Estudios han reportado la presencia de compuestos fenólicos, alcaloides, esteroides, flavonoides, glucósidos y glucosinolatos. Las semillas de mastuerzo se caracterizan por poseer glocotropaeloína, sinapina, ácido sinápico, ácido úrico, así como un alto contenido de hierro, magnesio y zinc. Se ha demostrado que el mastuerzo tiene propiedades anticancerígenas, antihipertensivas, diuréticas y laxantes, hipoglucemiantes, así como actividad hipocolesterolémica, broncoprotectora y antioxidante (Jain y Grover, 2016, pp. 829-836).

Las semillas del mastuerzo pueden ser utilizadas en tratamientos para la caída del cabello, ya que son una gran fuente de proteínas y hierro. Al ser este último el encargado de la generación hemoglobina permite un mejor transporte de oxígeno hacia los folículos del cabello (Jabeen et al., 2017, p.2225).

#### **1.4 Estudio de estabilidad**

Los estudios de estabilidad se realizan en las industrias de ciencias de la vida, química y de alimentos y bebidas para determinar los efectos de las condiciones ambientales en la calidad del producto. Las condiciones ambientales pueden afectar la vida útil del producto y la viabilidad de la formulación del producto. Los estudios de estabilidad proporcionan los datos de respaldo que las empresas utilizan para establecer los requisitos de almacenamiento de productos y la fecha de vencimiento (Espendor et al., 2019, p.79).

Los estudios de estabilidad se realizan en varias etapas del proceso de desarrollo del producto. Las primeras etapas de las pruebas de estabilidad se realizan normalmente en materiales de laboratorio para determinar si el material que se va a producir tiene alguna sensibilidad inherente a los entornos de almacenamiento o envío. Muchos fabricantes realizan pruebas de estabilidad aceleradas a temperaturas y humedades relativamente altas como el peor de los casos para determinar qué tipos de productos de degradación pueden experimentar después de un almacenamiento prolongado. Los materiales producidos en un ciclo de producción completo se prueban bajo condiciones de almacenamiento de temperatura y humedad controladas que simulan los extremos ambientales. Los resultados de las pruebas en estos materiales proporcionan información valiosa sobre la estabilidad general del producto y sirven como base para las declaraciones del producto sobre los requisitos de almacenamiento y la vida útil (Bakr, et al, 2019, p.110).

Para el caso del shampoo se realizan normalmente pruebas en cuanto a consistencia y estabilidad de los componentes de la formulación. Entre ellas se encuentran:

- Prueba de Centrifuga: Consiste en someter los productos a efectos variados de estrés como la centrifugación o aceleración de la acción de la gravedad. Permite verificar la

estabilidad de emulsiones y suspensiones con el fin de evaluar posibles floculaciones, sedimentación, separación de fases, entre otros (Esprendor et al., 2019, p.80).

- **Temperatura:** Esta prueba se realiza sometiendo la muestra a una o varias condiciones de temperatura, ya sea por calentamiento en estufas (temperatura controlada) y/o enfriamiento en refrigeradores (Malpani et al., 2020, p.1440).
- **Ciclos de temperatura:** Estos ensayos someten al producto a cambios bruscos de temperatura y/o humedad durante un ciclo de tiempo definido. Estos tipos de ensayos son especialmente importantes para soluciones, emulsiones y suspensiones y en general para productos cosméticos. En estas condiciones, la incidencia de alteraciones fisicoquímicas es frecuente y hasta esperada, por lo tanto, los resultados obtenidos deben ser evaluados cuidadosamente (Bakr et al., 2019, p.110).
- **Exposición a la luz (Foto-estabilidad):** Se utiliza para prever cambios de los productos expuestos a la luz solar, por ejemplo, cambios en el color, olor y/o degradación de los ingredientes. Los productos deben ser testeados en envases claros con el fin de determinar si el envase final debe requerir una protección especial contra los rayos UV para proteger la formulación (Malpani et al., 2020, p.1440).
- **Vibración:** Esta evaluación es muy útil para examinar los cambios en la calidad del producto bajo las condiciones que puede enfrentar el producto durante su distribución. Se puede evidenciar si las emulsiones pudiesen separarse (Bakret al., 2019, p.111).

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Lugar de la investigación

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la facultad de Ciencias:

Laboratorio de Productos Naturales

Laboratorio de Investigación

Laboratorio de Tecnología Farmacéutica

Laboratorio de Microbiología

#### 2.2 Población de estudio

Saponina aislada a partir del mojuelo de *Chenopodium quinoa*, de la empresa COPROBICH, en la provincia de Chimborazo, Cantón Colta, Sector Mishquilli.

#### 2.3 Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se estableció primeramente en analizar el comportamiento e interacción de la saponina de *Chenopodium quinoa*, como tensoactivo en la elaboración de una formulación de shampoo, a la vez, determinar cómo influye la saponina aislada en la viscosidad con diferentes espesantes y vehículos, evaluando a través de pruebas organolépticas, fisicoquímicas, estudios de estabilidad preliminar y por último el análisis microbiológico, ya que estos son los parámetros de calidad que permiten evaluar el producto final.

#### 2.4 Equipos, materiales y reactivos

Durante la elaboración de este trabajo experimental se utilizaron los siguientes equipos, materiales y reactivos.

##### 2.4.1 Equipos

- Estufa
- Reverbero eléctrico
- Balanza analítica
- Cámara de estabilidad climática

- Refrigerador
- Viscosímetro
- pH-metro
- Autoclave
- Baño maría
- Campana de flujo laminar
- Mechero de bunsen

#### **2.4.2 *Materiales***

- Probeta de 100ml
- Vasos de precipitación de 250 y 1000ml
- Varilla de agitación
- Tubos de ensayo
- Gradilla para tubos
- Papel filtro
- Papel aluminio
- Frasco de vidrio de 1L
- Mortero y pistilo
- Matraz Erlenmeyer de 500ml
- Asa de inoculación
- Cajas Petri
- Espátula
- Embudo
- Bandejas de vidrio
- Pipetas graduadas de 5ml
- Piseta
- Tamizador
- Frascos plásticos de 150ml
- Fundas plásticas de cierre
- Cinta adhesiva de papel
- Papel adsorbente
- Escobilla de limpieza
- Bolígrafo
- Libreta
- Guantes de látex
- Cofias
- Mascarillas desechables

### **2.4.3 Reactivos**

- Agua destilada
- Extracto acuoso de Mastuerzo
- Extracto acuoso de cola de caballo
- Lauril éter sulfato sódico 70
- Coco dietanolamida
- Mojuelo de quinua
- Benzoato de sodio
- Carboximetilcelulosa (CMC)
- Hidroxietilcelulosa (HEC)
- Cloruro de sodio
- Glicerina
- Cetiol HE
- Aceite de oliva
- Ácido cítrico
- Trietanolamina
- Euperlan PK771
- Aroma
- Agar Sabouraud
- Agar Manitol salado
- Plate count agar (PCA)
- Agar eosina azul de matileno

## **2.5 Técnicas y métodos**

### **2.5.1 Extracción de saponina cruda**

Birk (1980) señala que a las saponinas de origen vegetal son más factibles extraerlas con agua, alcoholes inferiores o combinados, continuando con una evaporación del solvente (Zavaleta Mercado, 2010). Dicha metodología es la siguiente:

- 1) De la pulverización del mojuelo de quinua se procedió a tamizar para eliminar las partículas extrañas, hasta alcanzar un peso de 250g, los cuales se conservaron en una funda de lino bien cerrada.
- 2) Se agregó 1400ml de agua y 350ml de etanol al 96% en un matraz kitasato.

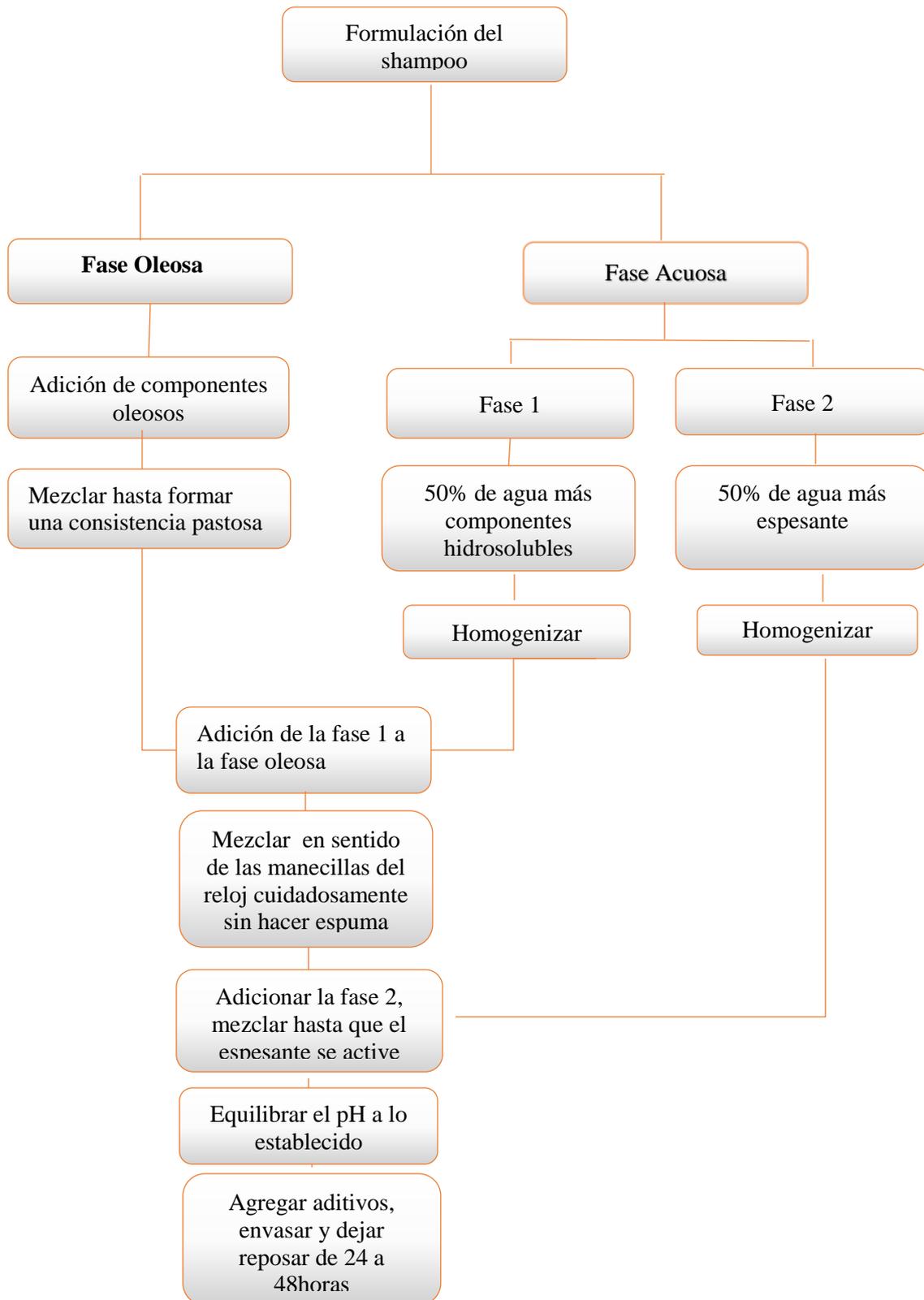
- 3) En la disolución ya homogenizada se introdujo cuidadosamente la funda de lino con el mojuelo en su interior.
- 4) Con una varilla de agitación se realizó movimientos circulares ejerciendo presión de 15 a 20 minutos, de tal forma que la disolución se observe con una apariencia color ámbar y espumosa.
- 5) A la solución del kitasato se la vertió en un frasco de vidrio, se cierra y se deja reposar en refrigeración por 48 horas
- 6) El contenido del frasco se filtró evitando el sedimento y se colocó en un recipiente, para luego proceder a evaporar la solución hidroalcohólica, hasta que se observó una solución viscosa parecida a la miel.
- 7) Al líquido viscoso se lo dispersó en un recipiente de vidrio dejando una capa fina para disminuir el tiempo de secado.
- 8) Transcurrido 24h se obtuvo los cristales, que se pulverizó por medio del motero.

### ***2.5.2 Extracción de sapogenina por hidrólisis ácida***

Para el proceso de extracción de sapogenina por hidrólisis ácida, se consideró la metodología de Lozano (2014), como se describe a continuación:

- 1) De la extracción de saponina cruda ya previamente triturada, se pesó 20 gramos el cual fue llevado a un balón de destilación, donde se añadió 200 ml de agua desionizada y 500 ml de 2N ácido clorhídrico.
- 2) Se mantuvo en agitación constante por un periodo entre 5 a 6 horas, con temperatura de 80°C. Al finalizar se dejó en reposo por 16 horas.
- 3) Se procedió a filtrar la disolución final, para luego llevarlo a la estufa por alrededor de 30 minutos, y conservarlo en un recipiente con ambiente seco (Lozano, 2014, p. 53).

### 2.5.3 Formulación del shampoo.



**Gráfico 1-2.** Formulación del Shampoo  
Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

#### 2.5.4 *Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.*

Esta prueba consiste en observar el comportamiento de la saponina a diferentes concentraciones y en dos tipos de formulaciones como se detalla en la **Tabla 1-2**. De esta forma se determina el porcentaje más idóneo de saponina para la formulación final.

- a. Se preparó dos tipos de formulaciones base con diferentes agentes espesantes.
- b. En cada formulación se realizó seis concentraciones distintas de saponina.
- c. Se dejó reposar 24 horas.
- d. Se observó la consistencia de cada formulación.

**Tabla 1-2.** Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.

<b>Cantidad para 100ml</b>		
<b>Concentración de saponina en (g)</b>	<b>Formulaciones sin sal</b>	<b>Formulaciones con sal</b>
<b>0.5</b>	Fs1	Fc1
<b>1.0</b>	Fs2	Fc2
<b>1.5</b>	Fs3	Fc3
<b>2.0</b>	Fs4	Fc4
<b>2.5</b>	Fs5	Fc5
<b>3.0</b>	Fs6	Fc6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

#### 2.5.5 *Determinación de la Viscosidad. Interacción saponina-espesantes.*

Este ensayo se determinó por medio del viscosímetro rotatorio o también llamado de brookfield RV-1, este método es uno de los más utilizados en cosmética en especial para medir la viscosidad del shampoo.

Según la farmacopea (2003, p. 156) señala que el método consiste en medir la fuerza de cizallamiento (fuerza tangencial por unidad de superficie) de una solución situado entre dos cilindros coaxiales, los cuales se mueven por un motor, mientras que el otro gira debido a la rotación del primero

#### 2.5.5.1 *Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes.*

Para la determinación de la viscosidad se tomaron en cuenta tres tipos de espesantes, de tal manera que se pueda observar la interacción de cada agente espesante con la concentración de saponina ya establecida en base a la metodología anterior.

- **Carboximetilcelulosa (CMC):** derivado de la celulosa, es un polvo granuloso blanco o casi blanco, higroscópico tras su desecación, es muy soluble en agua de temperatura fría o caliente formando disoluciones coloidales. Es un estabilizador de espesamiento, su máxima estabilidad de viscosidad se mantiene en un rango de pH que va desde 6 a 9. Su concentración de uso en soluciones es de 0.1 - 1.2% (Acofarma, 2016, p. 1).

- **Hidroxietilcelulosa (HEC):** derivado de la celulosa. Polvo de color blanco o amarillo claro, soluble en agua, insípido y no tóxico. En general es utilizado como espesante, adhesivo, estabilizador para la elaboración de diferentes formulaciones cosméticas. Su concentración de uso ideal es hasta el 2% (SIDLEYCHEM, 2016, p. 1).

-**Cloruro de sodio (NaCl):** es un polvo cristalino blanco o cristales incoloros, solubles en agua e insolubles en etanol anhidro. En la industria farmacéutica se utiliza como estabilizador de emulsiones, también es muy usado como espesante de shampoo con dosificación que va desde 1 a 6% (Acofarma, n.d., p. 1).

#### **Metodología**

Para este ensayo las muestras primeramente deben estar a temperatura de  $20.0 \pm 0.1^\circ\text{C}$ . Se preparó el viscosímetro de brookfield DV-1 seleccionando el número de husillos y velocidad según la naturaleza de cada muestra de formulación, las lecturas se realizaron por triplicado y se tomaron desde su envase de 250ml, sumergiendo el husillo para que se produzca la rotación y se calcule la fuerza de torsión. Los resultados se proyectaron automáticamente en unidades de centipoise (mPa.s).

**Tabla 2-2.** Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes

<b>Cantidad para 100ml</b>		
<b>Agentes Espesantes</b>	<b>Concentración de saponina (g)</b>	<b>Concentración de espesante (g)</b>
<b>Carboximetilcelulosa (CMC)</b>	2	1.1
<b>Hidroxietilcelulosa (HEC)</b>	2	1.1
<b>Cloruro de sodio (NaCl)</b>	1	4

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### **2.5.6 Estudio de estabilidad preliminar**

Se considera unos de los primeros estudios de la fase inicial en el proceso de desarrollo de diferentes formulaciones, el cual se basa en someter a condiciones de estrés a las preparaciones cosméticas durante un tiempo o ciclo determinado, con el objetivo de agilizar las reacciones ya que permite demostrar posibles inestabilidades, comportamientos e incluso si se mantiene las características deseadas por el formulador (Pablo Díaz-Castillo et al., 2018, pp. 46–50).

### **Metodología**

La metodología que se empleó en este estudio preliminar fue de Díaz P, Castillo (2018), además nos destaca que la muestra se debe colocar en un recipiente adecuado, envasado al vacío y dejando un tercio de espacio por posible formación de gases, se finaliza cerrando herméticamente el recipiente (Pablo Díaz-Castillo et al., 2018, pp. 49–50).

Se realizaron siete tratamientos por triplicado de diferentes formulaciones con la intención de observar el comportamiento de cada muestra y los cambios fisicoquímicos que se presente o no, durante el tiempo establecido. Se detalla a continuación en la siguiente **Tabla 3-2.**

**Tabla 3-2.** Componentes de las formulaciones con su respectivo lote.

Componentes	Cantidad para 250ml						
	Formulación A	Formulación B	Formulación C	Formulación D	Formulación E	Formulación F	Formulación G
<b>Agua Destilada (187.5ml)</b>	√	√	-----	-----	-----	√	√
<b>Extracto vegetal acuoso Mastuerzo (187.5ml)</b>	-----	-----	-----	√	√	-----	-----
<b>Extracto vegetal acuoso Cola de caballo (187.5ml)</b>	-----	-----	√	-----	-----	-----	-----
<b>Lauril éter sulfato sódico 70 (17.5ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Glicerina (10ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Coco dietanolamida (6.25ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Saponina cruda de quinua (5g)</b>	√	-----	√	√	-----	√	-----
<b>Cetiol HE (5ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Aceite de oliva (5ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Carboximetilcelulosa (CMC) (2.75g)</b>	√	√	√	√	√	-----	-----
<b>Cloruro de sodio (10g)</b>	-----	-----	-----	-----	-----	√	√

<b>Benzoato de sodio (1.25g)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Ácido cítrico (0.5g)</b>	√	√	√	√	√	√	√
<b>Euperlan PK771 (5ml)</b>	√	-----	√	√	-----	√	-----
<b>Trietanolamida (0.5ml)</b>	√	√	√	√	√	√	√

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Para este método se utilizó la cámara de estabilidad climática, equipo en el cual fue programado para que automáticamente se cambie la temperatura cada 24 horas, por el periodo de 12 días, equivalente a seis ciclos.

Las condiciones de temperatura que se utilizó fue en ciclos de 24 horas a  $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y 24 horas a  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , al mismo tiempo se tomó de cada tratamiento una muestra de referencia o patrón en el cual se conservaron a temperatura ambiente durante el periodo de estudio.

**Tabla 4-2.** Diseño de la estructura metodológica del estudio de estabilidad preliminar.

# ciclos	Temperatura							Ambiente
	Condiciones extremas de 48 horas (un ciclo):							
	24 horas $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$							
	24 horas $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$							
Ciclo	Código Tratamiento	Código Tratamiento	Código Tratamiento	Código Tratamiento	Código Tratamiento	Código Tratamiento	Código Tratamiento	
1	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	
2								
3								A3, B3
4	A1, A2	B1, B2	C1, C2	D1, D2	E1, E2	F1, F2	G1, G2	C3, D3
5								E3, F3
6								G3

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Al finalizar cada ciclo (48 horas) las formulaciones fueron sometidas a pruebas fisicoquímicas e incluyendo las de temperatura ambiente. Ciertas pruebas se efectuaron en la etapa inicial y final del estudio, como se especifica en la siguiente **Tabla 5-2**.

**Tabla 5-2.** Distribución de los ensayos en el estudio preliminar.

	<b>ENSAYO</b>	<b>PARÁMETRO</b>
<b>Al finalizar cada ciclo (48 horas)</b>	Fisicoquímico	Viscosidad
		pH
<b>Inicio y final del estudio preliminar</b>	Organoléptico	Color
		Olor
		Aspecto (homogéneo o heterogéneo)
	Fisicoquímico	Densidad relativa
		Espuma

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### **2.5.7 Determinación de espuma**

La espuma es uno de los parámetros más característicos del shampoo ya que genera la sensación de comodidad y limpieza al aplicarlo sobre el cabello. Evaluar la capacidad espumante consiste en medir la altura de la espuma, este ensayo se determinó por el método de beh-james el cual se fundamenta en agitar la disolución por un determinado tiempo.

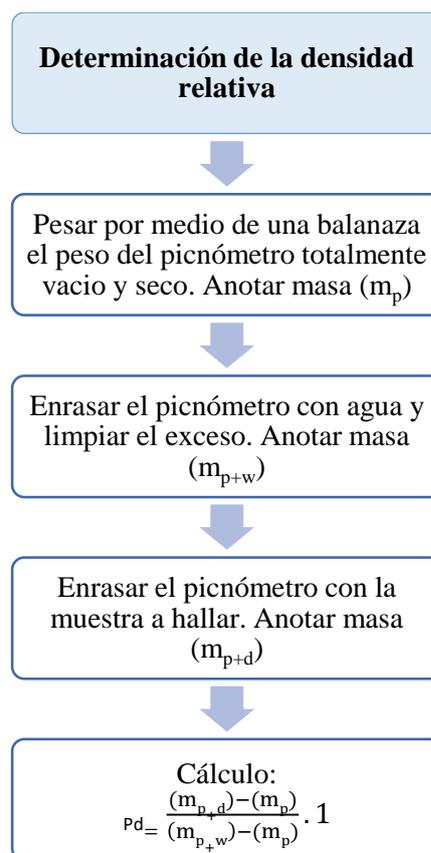
Para este método fue necesario un tubo de ensayo en el que se agrega un 1ml de shampoo y 1ml de agua destilada, se procedió a tapar herméticamente y se agitó la mezcla por 1 minuto o más en un ángulo de 70°, finalmente se midió la altura de la espuma con una regla registrando la trayectoria de su descenso en tiempos de 1, 3 y 5 minutos (Rodríguez et al., 2016, p. 03).

### 2.5.8 Determinación de pH

La determinación del pH se realizó por medio del pH-metro, equipo digital que mide el nivel de alcalinidad o acidez según la muestra. Para este ensayo fue importante primeramente calibrar el equipo con solución buffer de pH 7, en un vaso de precipitación se preparó la disolución diluyendo la muestra al 10% en agua destilada, cuidadosamente se introdujo el electrodo en la disolución con movimientos circulares y se esperó la lectura automática del equipo (Rodríguez et al., 2016, p. 03)

### 2.5.9 Densidad relativa

Parámetro que mide la relación de una muestra entre su masa por unidad de volumen. Para este ensayo se utilizó el método del picnómetro, un procedimiento sencillo en el que consiste realizar el cálculo de tres determinaciones gravimétricas, como se detalla en el siguiente **gráfico 2-2** (Huerta, 2011, pp. 1-5).



**Gráfico 2-2.** Determinación de la densidad relativa.  
Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### 2.5.10 Pruebas organolépticas

Son pruebas que evalúan las características sensoriales del producto entre los que se encuentran el olor, color y apariencia, estas pruebas pueden ser determinadas por los órganos de los sentidos y/o por medio de instrumentos. Es de gran importancia ya que ayudan a detectar cambios físicos que se manifiesta desde la etapa inicial hasta la ejecución final del producto o simplemente para mejorar y dar un aspecto agradable a la formulación (Melo & Moncada, 2016, pp. 18–19).

Estos ensayos fueron determinados por el método de inspección sensorial, analizando detalladamente cada característica y registrando los resultados.

**Tabla 6-2.** Metodología para las pruebas organolépticas.

ENSAYO	METODOLOGÍA	CLASIFICACIÓN
<b>Color</b>	Para mayor facilidad la muestra se coloca en un tubo de ensayo y se realiza un análisis visual.	-Color natural
<b>Olor</b>	Se percibe por medio de inhalación.	-Agradable: placentero, fresco -Ligeramente agradable -Desagradable
<b>Aspecto</b>	Inspección de características o cambios que pueden apreciarse a simple vista.	.Homogéneo: normal, uniforme -Ligeramente homogéneo -Heterogéneo: irregular, turbio

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### 2.5.11 Determinación microbiológica del producto final

El control microbiológico es una prueba significativa a la hora de realizar un cosmético, ya que el crecimiento bacteriano es uno de los responsables de las alteraciones fisicoquímicas del producto, produciendo cambios en la textura, color y olor. La presencia de microorganismo puede generar reacciones alérgicas o infecciones en la zona aplicada (Melo & Moncada, 2016, p. 24).

## Metodología

Para la determinación de este ensayo se seleccionó a la formulación con las mejores características fisicoquímicas y organolépticas, después de haber pasado por el estudio de estabilidad.

En la prueba microbiológica se tomaron en cuenta las tres muestras de los tratamientos, es decir la muestra 1 y 2 que estuvieron sometidas a cambios de temperatura constantes y la muestra 3 que se mantuvo al ambiente.

Este ensayo fue realizado por el método de recuento en placa y tipo de siembra por extensión en placa.

Después de la determinación de cada microorganismo como se detalla en la **tabla 7-2**, la lectura e interpretación se realizó por recuento de placa de los UFC bajo el criterio de la norma NTE INEN 2867-2015-03.

**Tabla 7-2.** Metodología para la determinación microbiológica del producto final.

Determinación de microorganismo	Medio de cultivo	Referencia	Metodología
<b>Aerobios mesófilos</b>	Plate count agar (PCA)	NTE INEN-ISO 21149	Se agregó 15ml de agar a cada caja petri (tres cajas por cada determinación microbiológica).
<i>Staphylococcus aureus</i>	Agar Manitol salado	NTE INEN-ISO 22718	De cada muestra se tomó 10g y se diluyó en 90ml de agua peptonada (diluciones de 10 <sup>-1</sup> ).
<i>Escherichia coli</i>	Agar eosina azul de metileno	NTE INEN-ISO 21150	Se realizó la siembra por el método de extensión en superficie, en cada

<i>Candida albicans</i>	Agar Sabouraud	NTE INEN-ISO 18416	placa ya previamente solidificada. Se procedió a cerrar las cajas e invertirlas	Incubación a 32.5 ± 2.5°C por 48 horas.
<b>Mohos y levaduras</b>	Agar Sabouraud	NTE INEN-ISO 16212	con sus respectivos etiquetados.	Incubación a 25 ± 2.5°C por 5 días.

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### 2.5.12 Test de irritabilidad

De acuerdo Menéndez *et al.* (2007) mencionan que los cosméticos aunque sea naturales y no generen daños en la salud humana, con el transcurso del tiempo estos pueden causar alergias e irritaciones dérmicas, razón necesaria para realizar controles a los productos y garantizar resultados óptimos para su uso en la piel y cuero cabelludo (Peña & Priscila, 2018, pp. 23–24).

#### Metodología

El método que se llevó a cabo para este estudio fue considerado como referencia de (Cobos, 2015), el cual consiste en seleccionar un número determinado de personas para que sean sometidas a una prueba de irritabilidad dérmica, con el objetivo de observar o no alguna reacción desfavorable en la piel.

Se escogió a 20 personas voluntariamente, en edades comprendidas entre 20 y 60 años, ya sea hombres o mujeres que no presenten enfermedades vulnerables ni dérmicas.

Antes de realizar el test se procedió a limpiar el área de aplicación con alcohol antiséptico. La zona que se eligió para el ensayo fue la parte detrás de la oreja, por estar más cerca al cuero cabelludo.

De la formulación más óptima se tomó 0.5ml donde fue aplicado con movimientos circulares, dejando actuar 30 minutos.

Se procedió a limpiar la zona y se determinó el índice de irritabilidad primaria cutánea (IPC).

De acuerdo al Instituto Español S.A (2006) plantea que el IPC es una fórmula que corresponde a las apreciaciones de reacciones eventualmente observadas de; eritema (E), edema (O), presencia

de pápulas, vesículas, pústulas (P), sequedad o descamación (S), efecto detergente (D) y reflectividad (R), sobre el número de voluntarios inspeccionados (Cobos, 2015, p. 38).

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

**Tabla 8-2.** Escalas de evaluación para test de irritabilidad.

<b>Eritema (E)</b>		<b>Edema (O)</b>	
Ausencia de eritema	0	Ausencia de edema	0
Eritema apenas visible en ¾ partes	1	Edema muy ligero y palpable en ¾ partes	1
Eritema bien visible en ¾ partes	2	Edema ligero (contornos netos definidos) en ¾ partes	2
Eritema importante (rojo oscuro)	3	Edema importante (espesor 1mm)	3
Eritema purpúrico	4		
<b>Pápulas, ampollas, pústulas (P)</b>		<b>Sequedad, descamación (S)</b>	
Ausencia de pápulas, ampollas, pústulas	0	Ausencia de sequedad y descamación	0
Pápulas (menos de 1mm)	1	Ligera sequedad en ¾ partes	1
Vesículas de 1 a 2mm de diámetro	2	Sequedad neta en ¾ partes	2
Pústulas	3	Descamación moderada en ¾ partes	3
Ampollas con liquido blanco	4	Descamación importante en ¾ partes	4
<b>Efecto detergente (D)</b>		<b>Reflectividad (R)</b>	
Ausencia de rugosidad	0	Ausencia de rugosidad	0
Rugosidad ligera en ¾ partes	1	Reflectividad ligeramente brillante	1
Rugosidad neta en ¾ partes	2	Reflectividad neta, aspecto brillante	2
Rugosidad moderada en ¾ partes	3	Reflectividad moderada, aspecto barniz	3
Rugosidad importante en ¾ partes	4	Reflectividad importante, aspecto reluciente	4

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

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 9-2.** Interpretación de resultados del IPC.

<b>Aplicación</b>	<b>IPC</b>
Muy bien tolerado	0
Bien tolerado	$> 0$ y $\leq 0.5$
Ligera tolerancia o muy mal tolerado	$> 0.5$

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

**Elaborado por:** Montes, Maritza, 2021

### **2.5.13 Etiquetado**

Representación y diseño de acuerdo a la norma NTE INEN 2867-2015, productos cosméticos.  
Requisitos.

## CAPITULO III

### 3 MARCO DE ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 3.1 Solubilidad de saponina cruda y sapogenina hidrolizada.

A continuación se describe en la **Tabla 10-3**, la disolubilidad de la saponina cruda y sapogenina hidrolizada mediante pruebas rápidas de solubilidad.

**Tabla 10-3.** Solubilidad de saponina cruda y sapogenina hidrolizada.

Saponina de quinua	Solubilidad
Saponina cruda	Agua
Sapogenina hidrolizada	Etanol

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Se determinó que la saponina cruda fue la más idónea para la formulación, ya que ésta se solubiliza en agua y es más factible en la preparación del shampoo, mientras que la sapogenina hidrolizada es necesario diluir en etanol para su solubilidad.

#### 3.2 Actividad física de la saponina a diferentes concentraciones, en dos tipos de formulaciones.

**Tabla 11-3.** Resultados de la actividad física de la saponina, en dos tipos de formulaciones.  
Cantidad para 100ml

Concentración de saponina en (g)	Formulaciones sin sal	Formulaciones con sal
0.5	Fs1 = Viscosidad alta	Fc1 = Viscosidad alta
1.0	Fs2 = Viscosidad alta	Fc2 = Viscosidad media
1.5	Fs3 = Viscosidad media alta	Fc3 = Baja viscosidad
2.0	Fs4 = Viscosidad media	Fc4 = Baja viscosidad
2.5	Fs5 = Baja viscosidad	Fc5 = Muy baja viscosidad
3.0	Fs6 = Muy baja viscosidad	Fc6 = Muy baja viscosidad

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En la **Tabla 11-2** se detalla los resultados de interacción de la saponina en un rango de concentración entre 0.5 a 3.0 g, con dos tipos de formulaciones comúnmente clasificadas como shampoo con sal y sin sal. El ensayo al ser visual se logró observar y diferenciar el nivel de consistencia en cada formulación.

En la formulación sin sal, la concentración mínima de saponina es de 0.5 g y se presentó una viscosidad alta semejante al espesor de la miel, el nivel de consistencia disminuye al aumentar la concentración de saponina, se puede decir que hasta 2.0 g mantuvo una viscosidad media que es aceptable en una formulación de shampoo, desde 2.5 g la consistencia fue baja y 3.0 g muy baja, por lo tanto, es imposible obtener una buena formulación con dicho nivel de consistencia, mientras tanto en la formulación con sal la viscosidad media se obtuvo en la concentración de 1.0g y desde 1.5 a 3.0 g, la consistencia disminuyó considerablemente adquiriendo una textura líquida al llegar a las concentraciones más altas.

El comportamiento de la saponina con los diferentes agentes espesantes es notable y se evidenció que la formulación sin sal puede ser sometida a concentraciones más alta de saponina y su consistencia se mantendrá estable.

### 3.3 *Determinación de la Viscosidad.*

#### 3.3.1 *Ensayo de viscosidad con diferente agentes espesantes. Interacción saponina-espesante.*

En la siguiente **Tabla 12-3**, se detalla los resultados de la viscosidad con los diferentes agentes espesantes una vez considerada la concentración idónea de saponina.

**Tabla 12-3** Resultados de la viscosidad con diferentes agentes espesantes.

Cantidad para 100ml						
Velocidad= 50.0 rpm						
Agentes Espesantes	Concentración de saponina (g)	Concentración de espesante (g)	Lectura 1 (mPas)	Lectura 2 (mPas)	Lectura 3 (mPas)	Promedio viscosidad (mPas)
Carboximetilcelulosa (husillo = 4)	2	1.1	9300.6	9395.6	9419.0	9371.7
Hidroxietilcelulosa (husillo = 4)	2	1.1	3648.7	3624.0	3623.3	3632.0
Cloruro de sodio (husillo = 2)	1	4	104.0	102.2	101.4	102.5

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Este ensayo se realizó con la finalidad de analizar los diferentes agentes espesantes que se puede emplear a la hora de realizar una formulación de shampoo con saponina de quinua. Se utilizaron dos derivados de celulosa; carboximetilcelulosa (CMC) e hidroxietilcelulosa (HEC) los más relacionados en las formulaciones sin sal y cloruro de sodio (NaCl) en las formulaciones con sal.

En referencia con el ensayo del apartado 3.1, se determinó la concentración más apropiada tanto de saponina como de agente espesante, y se evaluó que la viscosidad de CMC presentó el promedio de viscosidad más alto con 9371.7 mPas, continuando con el espesante de HEC con un valor de 3632.0 mPas, y por último con una viscosidad muy baja se encuentra el cloruro de sodio con 102.5 mPas.

Se considera que los derivados de celulosa son los espesantes más idóneos para formular ya que se puede agregar concentraciones más altas de saponina de quinua, en especial el CMC que mantiene más estable la disolución y la viscosidad más elevada, en comparación con HEC que se observó al transcurrir el tiempo la formación de un precipitado en la parte superior de la formulación, según Diaz & Robles (2012) el HEC tiene la desventaja de perder viscosidad con el tiempo por ciertas enzimas, mientras tanto en el cloruro de sodio se presentó una viscosidad muy baja en un menor porcentaje de saponina.

### 3.3.2 *Ensayo de viscosidad con diferentes extractos vegetales acuosos. Interacción saponina, espesante y extracto vegetal acuoso.*

Una vez designado el agente espesante más apto, en la siguiente **Tabla 13-3**, se indican los resultados de viscosidad con diferentes extractos vegetales.

**Tabla 13-3.** Resultados de la viscosidad con diferentes extractos vegetales acuosos.

Velocidad= 50.0 rpm Husillo = 4						
Extracto vegetal acuoso	Concentración de saponina (g)	Concentración de espesante (g)	Lectura 1 (mPas)	Lectura 2 (mPas)	Lectura 3 (mPas)	Promedio de viscosidad (mPas)
<b>Mastuerzo</b>	2	1.1	9863.8	9812.0	9886.0	9853.9
<b>Cola de caballo</b>	2	1.1	9903.2	9897.0	9899.5	9899.9

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Para darle un valor agregado al shampoo se consideró adicionarle extractos vegetales acuosos, en este caso se seleccionó los vegetales de mastuerzo y cola de caballo, con el fin de analizar la afinidad del fluido con la saponina y el viscosante, ya que los agentes espesantes no solo influyen en la viscosidad sino también en el comportamiento del flujo, en función con las fuerzas de cortes externas según mencionado por Diaz & Robles (2012). El agente espesante que se escogió en este ensayo fue el CMC, por presentar varias ventajas al formular, ya descritas en el apartado 3.2.1.

Se observa en la **Tabla 13-2**, que ambos vegetales muestran valores similares en el promedio de viscosidad, mastuerzo con 9853.9 mPas y cola de caballo con 9899.9 mPas, por lo tanto, no se demostró a simple vista un comportamiento erróneo en cuanto al viscosante con el fluido vegetal y la saponina.

### 3.4 Estudio de estabilidad preliminar.

**Tabla 14-3.** Interpretación rápida de la formulación de cada tratamiento.

<b>Interpretación</b>		
<b>Formulaciones</b>		<b>Criterio</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	Tratamiento A	Saponina en agua
	Tratamiento B	Sin saponina en agua (referencia)
	Tratamiento C	Saponina en extracto vegetal acuoso cola de caballo
	Tratamiento D	Saponina en extracto vegetal acuoso mastuerzo
	Tratamiento E	Sin saponina en extracto vegetal acuoso mastuerzo (referencia)
<b>Con sal (NaCl)</b>	Tratamiento F	Saponina en agua
	Tratamiento G	Sin saponina en agua (referencia)

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### 3.4.1 Ensayos empleados para la finalización de cada ciclo

A continuación se da a conocer los resultados de las pruebas fisicoquímicas realizadas durante la culminación de cada ciclo (seis ciclos). Los ensayos que se tomaron en cuenta fue de: viscosidad y pH.

#### Fase inicial

**Tabla 15-3.** Resultados de la fase inicial del estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperatura Ambiente</b>			<b>Promedio de viscosidad (mPas)</b>	<b>Temperatura ambiente 3 (mPas)</b>
		<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>	<b>3 (mPas)</b>		
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	4	10950	10077	10514	10292
	B	4	11092	11034	11063	11514
	C	4	7209.4	7582.9	7396.2	8289.3
	D	4	11229	11150	11190	11564
	E	4	7111.2	6709.8	6910.5	8500.8
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	627.3	601.6	614.5	683.1
	G	2	642.7	674.4	658.6	663.5

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 16-3.** Resultados del pH inicial del estudio preliminar.

<b>pH Inicial</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperatura Ambiente</b>		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.0	5.2	5.1
	B	5.1	5.2	4.8
	C	6.2	6.2	6.5
	D	5.3	5.5	5.5

	E	5.3	5.4	5.5
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.4	5.7	5.3
	G	4.3	5.0	4.7

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Al iniciar el estudio preliminar se realizó ciertos ensayos entre ellos los de viscosidad y pH, ya que fueron considerados como referencia en los cambios fisicoquímicos que se demuestran durante la ejecución de cada ciclo. Para la determinación de viscosidad aún no existe al día de hoy una norma en el país en donde se rijan los rangos de aceptabilidad de viscosidad en el shampoo, por consiguiente se tomó como antecedente el estudio de la revista consumer (2004) en el cual se determina el rango de viscosidad específico en el shampoo de 2.500 a 13000 cps ó mPas, mientras tanto en la determinación del pH de acuerdo a la norma NTE INEN-851 el rango es de entre 3.5 a 7.5.

Como se explicó en la metodología anteriormente de cada tratamiento se obtuvo tres muestras. Al ser una fase inicial cada ensayo se evaluó en temperatura ambiente, de tal forma, que se determinó la viscosidad de cada tratamiento como se visualiza en la **Tabla 17-2**, estableciendo que los tratamientos del A al E que son formulaciones sin sal entran en el rango de viscosidad, pero los tratamientos F y G que son con sal o cloruro de sodio mantienen viscosidad muy baja, razón por lo que no se alcanzó el rango señalado. En la determinación del pH también se midió a todos los tratamientos, confirmando el cumplimiento de la normativa como se detalla en la **Tabla 16-2** logrando ser aceptables.

## Ciclo 1

**Tabla 17-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 1 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b>			<b>Promedio de Viscosidad (mPas)</b>	<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		24 horas 5°C ± 2°C		
		<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>			<b>3 (mPas)</b>
<b>Sin sal</b>	A	4	9121.3	7396.8	8259.1	7278.6
	B	4	10450	11517	10983	9875.5

<b>(CMC)</b>	C	4	7578.4	7458.1	7518.3	7453.4
	D	4	9151.9	9461.4	9306.7	10522
	E	4	7278.6	4058.3	5668.5	4797.1
<b>Con sal</b>	F	2	383.7	382.7	383.2	399.3
<b>(NaCl)</b>	G	2	417.8	488.7	453.3	576.3

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 18-3.** Resultados de pH del ciclo 1 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
	<b>Tratamientos</b>	<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		<b>3</b>
		24 horas 5°C ± 2°C		
		<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>Sin sal</b> <b>(CMC)</b>	A	5.0	5.1	5.1
	B	5.0	5.2	4.9
	C	6.2	6.2	6.1
	D	5.4	5.5	5.5
	E	5.4	5.3	5.4
<b>Con sal</b> <b>(NaCl)</b>	F	5.4	5.7	5.3
	G	4.0	5.0	4.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En el ciclo uno y demás ciclos, la muestra 1 y 2 de cada tratamiento se sometieron a temperaturas extremas con intervalo de 24 horas en cada temperatura, la razón por la que solo se determinó el promedio de viscosidad en estas muestras ya que permanecieron en condiciones similares, mientras que en la muestra 3 se mantuvo al ambiente. Los cambios durante el primer ciclo no fueron muy notables, simplemente la viscosidad disminuyó en la mayoría de los tratamientos, manteniéndose un poco más estable en el tratamiento C. En la medición de pH los valores de igual manera se registraron similares a la fase inicial.

## Ciclo 2

**Tabla 19-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 2 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b> 24 horas 45°C ± 2°C 24 horas 5°C ± 2°C			<b>Temperatura Ambiente</b>	
		<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>	<b>Promedio de Viscosidad (mPas)</b>	<b>3 (mPas)</b>	
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	4	9932.0	8145.6	9038.8	7565.4
	B	4	10978	11838	11408	9582.7
	C	4	7601.9	7498.1	7550.0	7236.2
	D	4	9745.1	9834.8	9790.0	9921.2
	E	1 y 3		82.5	94.1	88.3
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	420.3	398.9	409.6	450.2
	G	2	434.1	593.7	513.9	597.9

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 20-3.** Resultados de pH del ciclo 2 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b> 24 horas 45°C ± 2°C 24 horas 5°C ± 2°C		<b>Temperatura Ambiente</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.1	5.2	5.0
	B	5.1	5.1	5.1
	C	6.2	6.3	6.3
	D	5.6	5.6	5.5
	E	5.6	5.5	5.6
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.4	5.7	5.3
	G	4.0	5.0	4.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En la finalización del ciclo dos, en cuanto a la determinación de la viscosidad los resultados señalaron un leve aumento de viscosidad en la mayor parte de los tratamientos en comparación con el ciclo uno siendo; A, D, F y G, por otro lado, se observó tratamientos donde los valores de promedio en temperaturas extremas aumentaron, mientras que en temperatura ambiente el tratamiento B y C disminuyeron levemente, por último el tratamiento E adquirió una incompatibilidad física presentando una separación de fases y volviéndose un formulación de aspecto heterogéneo y disminuyendo considerablemente su viscosidad al igual que su muestra al ambiente pero, con efectos no tan drásticos en el aspecto. En cuanto al pH los valores de cada tratamiento se mantiene estable.

### Ciclo 3

**Tabla 21-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 3 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b>			<b>Temperatura Ambiente</b>	
		24 horas 45°C ± 2°C			<b>3 (mPas)</b>	
24 horas 5°C ± 2°C			<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>		<b>Promedio de Viscosidad (mPas)</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	4	9981.5	8435.8	9208.7	7739.1
	B	4	11052	11919	11486	9231.2
	C	4	7686.8	7517.9	7602.4	7122.6
	D	4	10319	10534	10427	9603.4
	E	1 y 3	43.9	59.6	51.8	659.5
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	471.7	404.9	438.3	475.7
	G	2	448.5	721.8	585.2	611.0

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 22-3.** Resultados de pH del ciclo 3 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		
		24 horas 5°C ± 2°C		<b>1</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.0	5.2	5.0
	B	5.1	5.2	5.1
	C	6.2	6.2	6.3
	D	5.5	5.6	5.6
	E	5.5	5.5	5.4
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.5	5.7	5.4
	G	4.0	5.0	4.7

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En el ciclo tres los valores promedio de viscosidad se aumentaron nuevamente, esta reacción se puede dar por los cambios brusco de temperatura, es por este motivo que las muestras a temperatura ambiente se utiliza como referencia. Los tratamientos A, B, C y D en el promedio de temperaturas extremas de viscosidad aumentaron, mientras que, en temperatura ambiente disminuyeron levemente en comparación con el ciclo dos. En el tratamiento E, la viscosidad continuó reduciendo con las fases separadas, al contrario de las formulaciones con sal que se aumentó la viscosidad. La determinación de pH permaneció en el mismo rango de la fase inicial.

**Ciclo 4****Tabla 23-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 4 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>		<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b>			<b>Temperatura Ambiente</b>
			24 horas 45°C ± 2°C			
			24 horas 5°C ± 2°C			<b>1 (mPas)</b>
	A	4	10521	8284.2	9402.6	7666.1

<b>Sin sal (CMC)</b>	B	4	11146	9100.4	10123	9330.6
	C	4	6576.7	7615.8	6996.3	5999.6
	D	4	10375	10010	10193	9884.5
	E	1, 3	39.6	53.2	46.4	364.1
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	395.1	342.3	368.7	392.8
	G	2, 3	378.0	595.9	486.9	540.3

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 24-3.** Resultados de pH del ciclo 4 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		
		24 horas 5°C ± 2°C		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.1	5.1	5.2
	B	5.2	5.2	5.1
	C	6.1	6.2	6.2
	D	5.6	5.6	5.5
	E	5.5	5.6	5.5
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.5	5.7	5.4
	G	4.0	5.1	4.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En el ciclo cuatro del estudio preliminar la viscosidad continuó en constantes cambios, en ciertos tratamientos como el D y en el promedio de temperatura extrema del E, al contrario de los demás tratamientos y muestra E3 el porcentaje de viscosidad disminuyó. El resultado de pH permaneció estables durante este ciclo como se demuestra en la **Tabla 24-3**.

## Ciclo 5

**Tabla 25-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 5 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b>			<b>Temperatura Ambiente</b>	
		24 horas 45°C ± 2°C			<b>3 (mPas)</b>	
24 horas 5°C ± 2°C			<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>		<b>Promedio de Viscosidad (mPas)</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	4	10264	7989.5	9126.8	7695.0
	B	4	10601	11480	11041	9883.0
	C	4	7482.7	7139.0	7310.9	6105.0
	D	4	9568.3	9278.3	9423.3	9610.2
	E	1, 3	30.0	53.3	41.7	644.8
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	520.4	464.3	492.4	496.7
	G	2, 3	368.5	646.0	507.3	629.2

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 26-3.** Resultados de pH del ciclo 5 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		<b>3</b>
24 horas 5°C ± 2°C			<b>1</b>	
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.2	5.2	5.1
	B	5.2	5.2	5.0
	C	6.1	6.3	6.2
	D	5.6	5.7	5.5
	E	5.5	5.5	5.6
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.4	5.7	5.4
	G	4.0	5.0	4.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En la culminación del ciclo cinco persistieron los cambios, en la mayor parte de los tratamientos se aumentó la viscosidad e inclusive en las muestras de temperatura ambiente de los siguientes tratamientos; B, C, F, G, muestra E3 y el promedio de temperaturas extremas del tratamiento A.

Los tratamientos que disminuyeron la viscosidad fue: el D, muestra A3 y promedio de temperaturas extremas del tratamiento E. Cabe mencionar que las muestras a temperatura ambiente durante estos ciclos también se mantuvieron en constantes cambios, al contrario de los valores de pH que durante este periodo continuaron estables, solo cambiaron sus decimales pero por cuestión de lectura del equipo.

### Ciclo 6

**Tabla 27-3.** Resultados de viscosidad del ciclo 6 en el estudio preliminar.

<b>Viscosidad</b>						
<b>Velocidad = 50.0 rpm</b>						
<b>Tratamientos</b>	<b>Husillo</b>	<b>Temperaturas extremas</b> 24 horas 45°C ± 2°C 24 horas 5°C ± 2°C			<b>Temperatura Ambiente</b>	
		<b>1 (mPas)</b>	<b>2 (mPas)</b>	<b>Promedio de Viscosidad (mPas)</b>	<b>3 (mPas)</b>	
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	4	8820.8	7149.3	7985.1	7043.9
	B	4	9770.1	10119	9944.6	8937.4
	C	4	5878.5	5907.2	5892.9	5599.0
	D	4	7354.1	7757.8	7556.0	8590.5
	E	1, 3	30.8	42.6	36.7	836.3
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	2	537.6	473.0	505.3	512.6
	G	2, 3	393.5	636.3	514.9	632.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

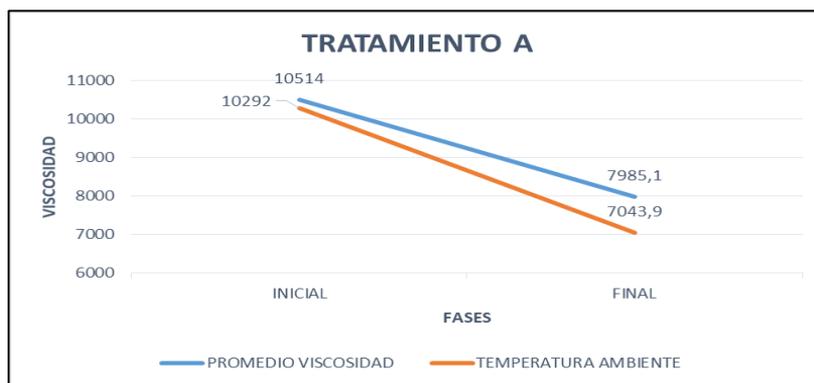
### Análisis de viscosidad inicial y final.

**Tabla 28-3.** Cuadro comparativo de viscosidad de fase inicial y final del estudio preliminar.

<b>Tratamientos</b>	<b>Fase inicial</b>		<b>Fase final</b>		
	<b>Promedio de temperaturas extremas (mPas)</b>	<b>Temperatura Ambiente (mPas)</b>	<b>Promedio de temperaturas extremas (mPas)</b>	<b>Temperatura Ambiente (mPas)</b>	
<b>Sin sal</b>	A	10514	10292	7985.1	7043.9
	B	11063	11514	9944.6	8937.4

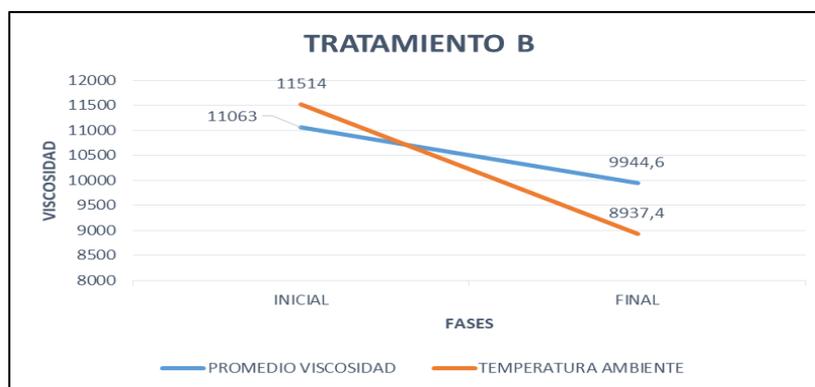
(CMC)	C	7396.2	8289.3	5892.9	5599.0
	D	11190	11564	7556.0	8590.5
	E	6910.5	8500.8	36.7	836.3
Con sal (NaCl)	F	614.5	683.1	505.3	512.6
	G	658.6	663.5	514.9	632.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



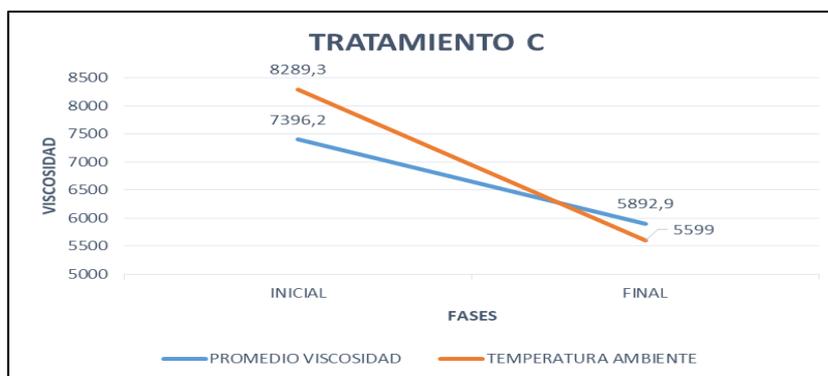
**Gráfico 3-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento A.

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



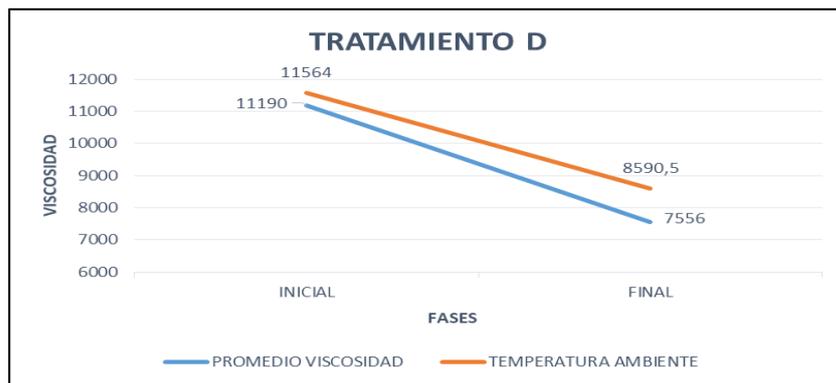
**Gráfico 4-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento B

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



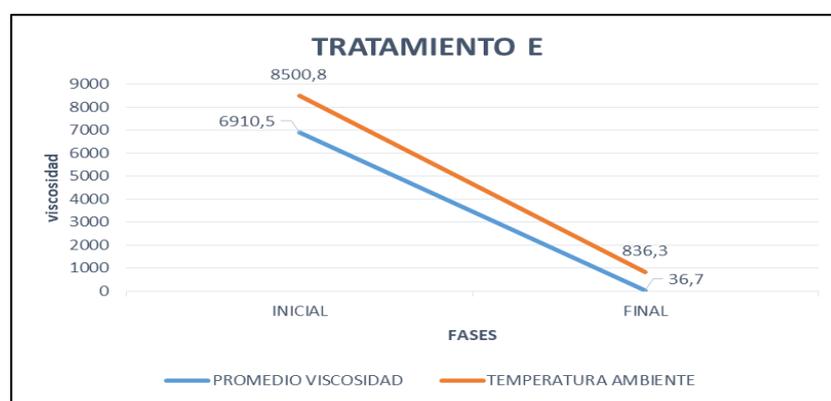
**Gráfico 5-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento C

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



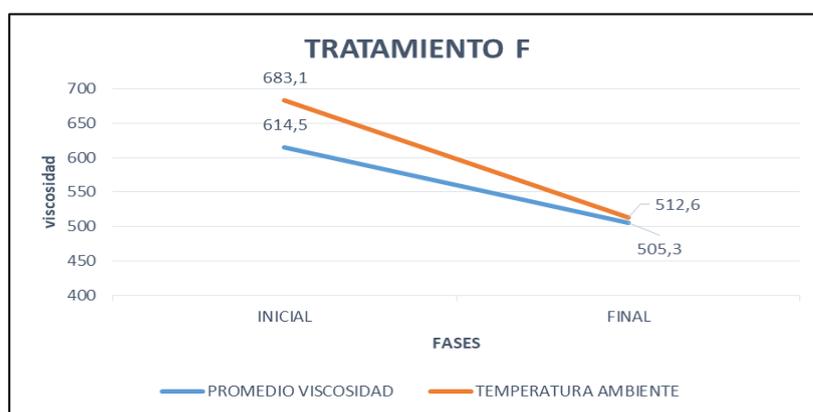
**Gráfico 6-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento D

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



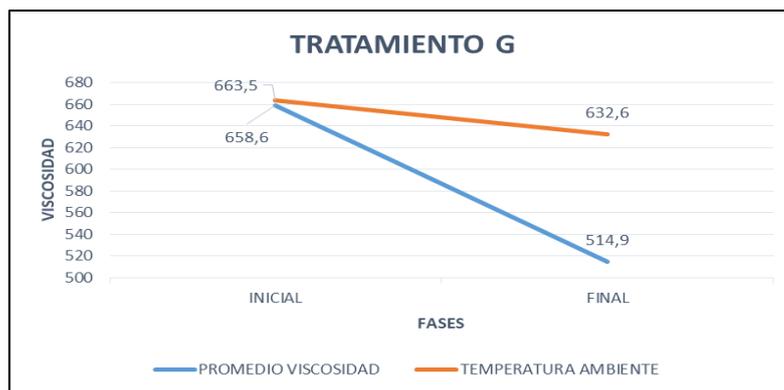
**Gráfico 7-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento E

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



**Gráfico 8-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento F

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021



**Gráfico 9-3.** Viscosidad inicial y final del tratamiento G  
 Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En la etapa final del estudio preliminar los cambios en cuanto la viscosidad fue más notorio en comparación con la fase inicial, como se puede observar según los datos y gráficos de cada tratamiento la disminución del grado de viscosidad, aun cuando en ciertos ciclos los valores aumentaron en un porcentaje mínimo. Se analizó que los tratamientos A, C y D son formulaciones aceptables al mantenerse dentro del rango de viscosidad, si bien es cierto, el tratamiento B también se lo considera apto pero simplemente es una formulación de referencia sin contenido de saponina preparada para fines de comparación, en este caso se logró analizar que este tratamiento presentó mayor viscosidad y a la vez menor perdida durante el estudio, lo que se da a entender que la saponina provoca una leve disminución de viscosidad en la formulación pero la mantiene estable, al contrario del tratamiento E que es similar al tratamiento B (sin saponina) pero con extracto vegetal y se visualizó una separación de fases, volviéndose una formulación inestable, mientras tanto el tratamiento G que pertenece al grupo con sal y que de igual manera no presentó saponina se mantuvo estable aunque con viscosidad muy baja, se explica que la causa de este resultado es debido a que la concentración de tensoactivo sintético es baja, razón por la cual, no presentó una viscosidad más alta sin contener saponina, ya que los electrolitos se activan con mayor facilidad en los tensoactivos sintéticos según (Diaz & Robles, 2012).

Al final del estudio también se destaca la estabilidad de las muestras 1 y 2 (promedio de temperaturas extremas) en comparación con la muestra 3 de temperatura ambiente, dado que el intervalo de los valores revela un distanciamiento corto entre sí obteniendo un resultado favorable.

**Tabla 29-3.** Resultados de pH del ciclo 6 en el estudio preliminar.

<b>pH</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		
		24 horas 5°C ± 2°C		
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	5.3	5.3	5.0
	B	5.2	5.2	5.0
	C	6.0	6.3	6.5
	D	5.6	5.7	5.4
	E	5.6	5.5	5.6
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	5.3	5.7	5.3
	G	4.0	5.0	4.6

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Con respecto a la determinación de pH durante el estudio preliminar no se observó cambios significativos lo que quiere decir que a nivel de pH todos los tratamientos se conservaron estables y se comprueba que la saponina no interacciona en el comportamiento del pH en la formulación.

### 3.4.2 Ensayos empleados al inicio y final cada ciclo.

Resultados obtenidos de los ensayos organolépticos y físicos químicos como densidad y espuma.

#### 3.4.2.1 Determinación de espuma

**Tabla 30-3.** Determinación de la altura de la espuma en fase inicial.

<b>Fase Inicial</b>									
<b>Tratamientos</b>	<b>Temperatura Ambiente</b>								
	<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
	<b>1min (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5min (cm)</b>	<b>1min (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5min (cm)</b>	<b>1mn (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5min (cm)</b>

<b>Sin sal (CMC)</b>	A	8.3	8	7.8	8.2	8.1	7.9	8	7.9	7.7
	B	8.2	8	8	8.3	8	7.8	8.2	8	8
	C	8.5	8.5	8.3	8.6	8.4	8.3	8.4	8.2	8
	D	8.1	8.1	8	8.5	8.2	8	8.6	8.5	8.2
	E	8.3	8.2	8	8.4	8.1	7.8	8.3	8	7.8
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	8	7.8	7.5	7.8	7.5	7.4	8	7.9	7.6
	G	8.2	8	7.8	8.4	8	7.8	8.5	8.1	7.8

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 31-3.** Determinación de la altura de la espuma en la fase final.

<b>Fase Final</b>										
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b>						<b>Temperatura Ambiente</b>		
		24 horas 45°C ± 2°C								
		24 horas 5°C ± 2°C								
		<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>		
		<b>1min (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5min (cm)</b>	<b>1min (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5mi (cm)</b>	<b>1mn (cm)</b>	<b>3min (cm)</b>	<b>5min (cm)</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	8.5	8.5	8.3	8.7	8.6	8.4	8.7	8.5	8.3
	B	8.8	8.5	8.2	8.9	8.7	8.5	8.5	8.4	8.4
	C	8.9	8.6	8.5	9.0	8.8	8.7	8.8	8.6	8.4
	D	8.8	8.6	8.4	8.7	8.5	8.4	8.8	8.7	8.5
	E	8.7	8.5	8.5	8.8	8.7	8.5	8.6	8.4	8.3
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	8.6	8.4	8.2	8.6	8.4	8.4	8.5	8.5	8.4
	G	8.5	8.3	8.3	8.7	8.5	8.4	8.6	8.4	8.2

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Se conoce que la saponina en la formulación realiza la función de tensoactivo es decir produce espuma aunque por ser de origen natural no se genera demasiado como los tensoactivos sintéticos, por lo que se agregó un porcentaje bajo de este surfactante, por otra parte, aún no existe al igual que la viscosidad una norma vigente que determine el promedio espumante.

En este estudio se tomaron las mediciones de espuma en la etapa inicial y final, y se puede observar primeramente que los valores de cada tratamiento se asemejan entre sí, con un rango de 8.0 a 9.0 cm durante la evaluación. Al finalizar el estudio se notó un aumento en el promedio de espuma, entre los tratamientos con mayor cantidad se encuentra el grupo sin sal en especial el

tratamiento C como se puede observar en la **Tabla 31-3**. En vista de ello se deduce que si se pretende obtener un detergente viscoso y con buen poder espumante se debe tener en cuenta al CMC en altas concentraciones expresado por (Fula & Prieto, 2008, p. 112).

La característica de la espuma fue similar en todos los tratamientos con saponina (A, C, D y F) tanto en la fase inicial como final, observándose una espuma espesa de glóbulos pequeños y manteniéndose estable en el tiempo establecido, mientras que en los tratamientos sin saponina (B, E y G) los glóbulos se formaron un poco más grandes y dispersos, lo que se da a conocer que la saponina genera una espuma más compacta en el producto.

### 3.4.2.2 Determinación de la densidad relativa.

**Tabla 32-3.** Resultados de la densidad relativa inicial.

<b>Densidad relativa Inicial</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>		
		<b>1 (g/ml)</b>	<b>2 (g/ml)</b>	<b>3 (g/ml)</b>
<b>Sin sal (CMC)</b>	A	1.045	1.044	1.042
	B	1.035	1.037	1.032
	C	1.043	1.043	1.041
	D	1.041	1.041	1.041
	E	1.036	1.034	1.037
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	1.056	1.057	1.058
	G	1.060	1.061	1.062

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

**Tabla 33-3.** Resultados de la densidad relativa final.

<b>Densidad relativa final</b>				
<b>Tratamientos</b>		<b>Temperaturas extremas</b>		<b>Temperatura Ambiente</b>
		24 horas 45°C ± 2°C		
		24 horas 5°C ± 2°C		
		<b>1 (g/ml)</b>	<b>2 (g/ml)</b>	<b>3 (g/ml)</b>
	A	1.041	1.039	1.038

<b>Sin sal (CMC)</b>	B	1.029	1.031	1.026
	C	1.036	1.036	1.034
	D	1.038	1.038	1.038
	E	1.032	1.030	1.033
<b>Con sal (NaCl)</b>	F	1.062	1.063	1.064
	G	1.056	1.057	1.057

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Se evaluó la densidad relativa en la etapa inicial y final como se describe en la **Tabla 32-3 y 33-3**. los resultados indicaron que la densidad relativa en la fase inicial son más elevados en comparación con la fase final, se observó que no hay un cambio significativo entre los tratamientos con saponina y sin saponina, pero si se puede manifestar el cambio que existió en la valoración de los grupos con sal y sin sal, por lo que se puede decir que el grupo con sal es menos denso con valores de 1.057 g/ml en el tratamiento G y 1.064 g/ml en tratamiento F, al contrario del grupo sin sal que presentó un rango de valores más denso al culminar la etapa final del estudio.

### 3.4.2.3 Ensayo organoléptico

**Tabla 34-3.** Resultados del ensayo organoléptico de la etapa inicial y final del estudio preliminar.

Ensayo organoléptico inicial							
Características organolépticas	Sin sal (CMC)					Con sal (NaCl)	
	Tratamiento A	Tratamiento B	Tratamiento C	Tratamiento D	Tratamiento E	Tratamiento F	Tratamiento G
<b>Color</b>	Miel nacarado	Transparente	Marrón claro nacarado	Ámbar nacarado	Beige nacarado	Miel claro nacarado	Transparente
<b>Olor</b>	Característico a quinua	Característico toque Fresco	Característico a cola de caballo	Característico a quinua	Característico a mastuerzo	Característico a quinua	Característico toque Fresco
<b>Aspecto</b>	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Ligeramente Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Ensayo organoléptico final							
<b>Color</b>	Miel nacarado	Transparente	Marrón claro nacarado	Ámbar nacarado	Beige Turbio	Miel claro nacarado	Transparente
<b>Olor</b>	Característico a quinua	Fresco	Característico a cola de caballo	Característico a quinua	Característico a mastuerzo	Característico a quinua	Fresco
<b>Aspecto</b>	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Heterogéneo	Homogéneo	Homogéneo

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Como se puede observar en la **Tabla 34-3**. Los resultados organolépticos en cuanto a color fueron diferentes en cada tratamiento, por lo general en diferentes tonos marrones característico del extracto de saponina, siendo unos más claros y otros más oscuros por su respectivo extracto vegetal, en los tratamientos B y G se visualizó transparente por no contener saponina, por consiguiente el olor de cada tratamiento fue particular al de su formulación, en cuanto al aspecto se mantuvieron homogéneo y uniforme durante el ensayo preliminar, por el contrario el único tratamiento que al finalizar cambió sus características fueron las muestras E1 y E2, adquiriendo un color turbio y de aspecto heterogéneo es decir con una evidente separación de fases, mientras que en la muestra ambiente (E3) solo se observó el aspecto ligeramente homogéneo.

Se considera que el resultado organoléptico fue positivo ya que en su mayoría de los tratamientos no se presentaron incompatibilidades físicas ni químicas, las características se mantuvieron similar tanto las muestras sometidas a temperaturas extremas como las muestras a temperatura ambiente. Cabe aclarar que el tratamiento E no contuvo saponina, y su separación de fase se pudo haber dado por la inestabilidad del extracto vegetal con los excipientes, ya que el mastuerzo aun es un vegetal poco estudiado, en el caso del tratamiento D que igualmente presenta mastuerzo pero con saponina, se obtuvo buenos resultados durante el periodo de estabilidad, lo que nos da a entender que la saponina se relaciona de forma óptima a nivel de la interfase en la disolución.

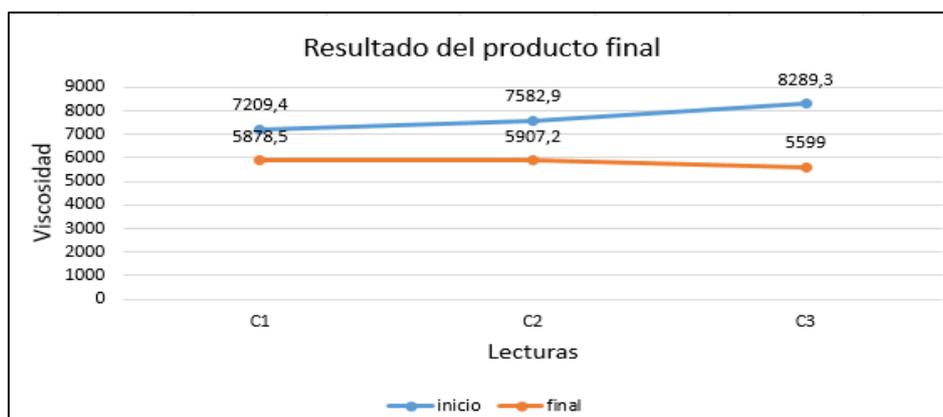
### 3.5 Selección del producto final

**Tabla 35-3.** Resultado del producto final.

Tratamiento C						
Parámetros	Inicial			Final		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
<b>Viscosidad</b> (2500 – 13000 mPas)	7209.4	7582.9	8289.3	5878.5	5907.2	5599.0
<b>pH</b> (3.5 – 7.5)	6.2	6.2	6.5	6.0	6.3	6.5
<b>Espuma</b>	8.5	8.6	8.4	8.9	8.6	8.5
<b>Densidad</b> (1.015 – 1.052g/ml)	1.043	1.043	1.041	1.036	1.036	1.034
<b>Aspecto</b>	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

Al finalizar el estudio de estabilidad preliminar era necesario seleccionar el tratamiento que presentó excelentes resultados fisicoquímicos y organolépticos para continuar con los siguientes ensayos. Primeramente se descartó a los tratamientos B, E y G ya que fueron muestras de referencia donde no contenía saponina, seguido del tratamiento F perteneciente al grupo con sal por no entrar en el rango de viscosidad, mientras tanto en el grupo sin sal los tres tratamientos A, C y D obtuvieron los mejores resultados y características, pero se descartaron el A y D ya que el porcentaje de viscosidad redujo considerablemente durante el estudio, por el contrario al tratamiento C que su viscosidad disminuyó en menor porcentaje como se puede observar en la **Tabla 35-3**, cumpliendo a la vez con los diferentes parámetros según los rangos de aceptabilidad establecidos por la norma NTE INEN-851 y estudios empleados en shampoo por la revista consumer (2004).



**Gráfico 10-3.** Esquema del resultado del producto final

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En el **Gráfico 10-3** se puede observar el desplazamiento de la fase inicial y final del tratamiento C en general. Cabe mencionar que en la etapa final las muestras C1 y C2 se mantuvieron casi similar a la muestra C3 que permaneció en temperatura ambiente, lográndose visualizar una línea recta en la esquema, lo que significa que es una formulación estable aun en zonas climáticas extremas, además de haber demostrado buenas características organolépticas y presentar un plus como es el extracto vegetal cola de caballo.

### 3.5.1 Análisis estadístico del producto final

Los resultados del producto final fueron analizados por el test estadístico de ANOVA y TUKEY.

#### Planteamiento de la hipótesis:

**Ho:** No existen diferencias significativas entre los distintos parámetros de viscosidad resultantes en la investigación. ( $P > 0.05$ )

**Hi:** Existen diferencias considerables entre los distintos parámetros de viscosidad resultantes en la investigación. ( $P < 0.05$ )

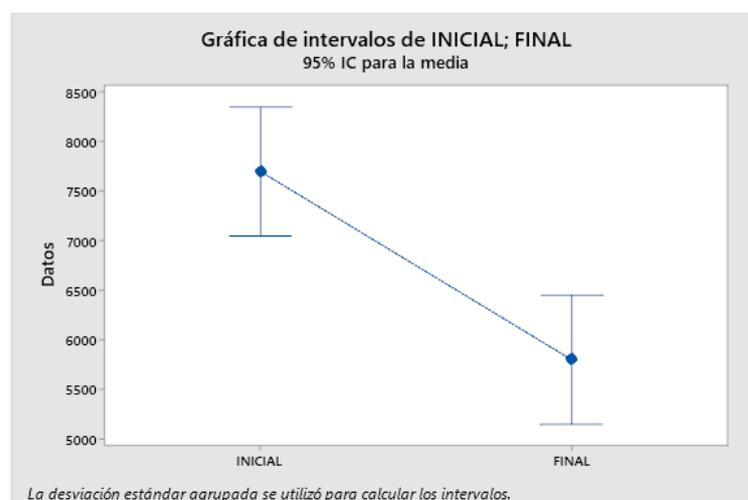
Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	5410251	5410251	32,78	0,005
Error	4	660254	165064		
Total	5	6070505			

**Gráfico 11-3.** Análisis de varianza

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

#### Decisión:

En el test estadístico valorado por medio del análisis de ANOVA de un factor, el resultado revela que el nivel de significancia es de 0.05, aceptando que existen diferencias considerables en los parámetros resultantes de viscosidad del producto final.



**Gráfico 12-3.** Análisis de varianza (Intervalos)

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

### 3.5.2 Determinación microbiológica del producto final

**Tabla 36-3.** Resultados de la determinación microbiológica del producto final

<b>Lote C</b>				
<b>Microorganismos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Límites de aceptabilidad</b>
<b>Aerobios mesófilos</b>	Ausencia	Ausencia	$2.0 \times 10^{-2}$	Limite max $5 \times 10^{-2}$ ufc*/g o ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia de <i>S. aureus</i> en 1g o ml
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia de <i>E. coli</i> en 1g o ml
<i>Candida albicans</i>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>Mohos y levaduras</b>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

En la **Tabla 36-3** se especifica los resultados del ensayo microbiológico del producto final en este caso el tratamiento C, se determinó el ensayo en las tres muestras que pasaron por el estudio de estabilidad, por cada muestra se utilizó una placa y el método de siembra se realizó por extensión. Los microorganismos para esta prueba y los límites de aceptabilidad fueron seleccionados bajo los requisitos de la norma NTE INEN-2867 de productos cosméticos. En la determinación de Aerobios mesófilos en las muestras C1 y C2 se presentó ausencia, por otra parte la muestra C3 marcó un recuento de  $2.0 \times 10^{-2}$  ufc\*/g, manteniéndose dentro de los límites de aceptabilidad según la norma ya mencionada, cabe aclarar que la razón por la cual se deduce este hallazgo está relacionado directamente con el conservante, ya que la muestra C3 obtuvo un pH de 6.5 se podría decir el más alto de los tratamientos, y en este caso el conservante utilizado fue el benzoato de sodio, según bibliografía nos confirma que el conservante solo se activa en medios ácidos y ligeramente ácidos a partir de pH 6.0 (León, 2017, p. 11), además de haber permanecido en el ambiente. En los resultados de los demás microorganismo *S aureus*, *E coli*, *Candida albicans*, mohos y levaduras no se presencié crecimiento microbiano por lo tanto se registró como ausencia.

### 3.5.3 Test de irritabilidad

**Tabla 37-3.** Resultados del test de irritabilidad.

Código de individuos	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	P 0	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 16	P 17	P 18	P 19	P 20
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irritabilidad primaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Elaborado por:** Montes, Maritza; 2021

El test de irritabilidad es un ensayo de gran importancia ya que está diseñado para ser administrado directamente en personas, sin causar un daño significativo, solo empleado con la finalidad de observar o no una reacción desfavorable en la superficie de la piel. Normalmente este ensayo se lo realiza en una pequeña zona del antebrazo, pero al ser una formulación de shampoo se seleccionó atrás de la oreja para ser aplicado, ya que es una sección de cabello no abundante y facilita la visualización de la prueba. Como se detalla en la **Tabla 37-3**, el test fue administrado en 20 personas sin mostrar algún efecto adverso, presentando una irritabilidad primaria dérmica equivalente a cero, por lo tanto es bien tolerado y a la vez se demuestra que la formulación al ser elaborada con componentes naturales es segura y confiable para la salud humana de acuerdo con (Cobos, 2015).

### 3.5.4 Etiquetado



Figura 11-3. Etiqueta Frontal  
Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

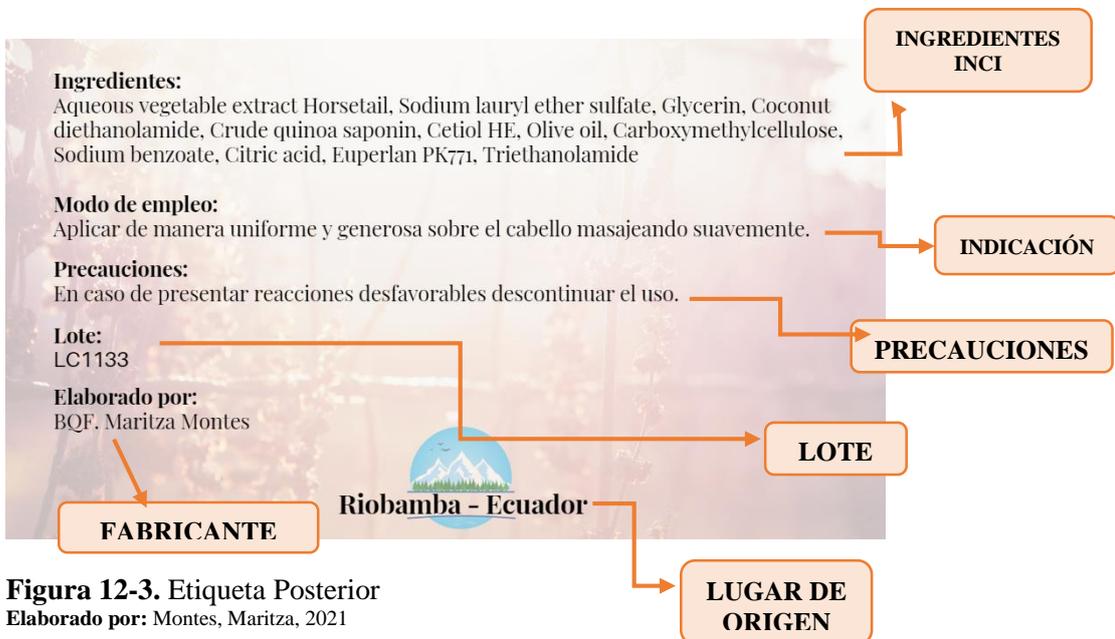


Figura 12-3. Etiqueta Posterior  
Elaborado por: Montes, Maritza, 2021

## CONCLUSIONES

Se elaboró una formulación de shampoo al 2.0% de saponina cruda obtenida a partir del mojuelo de quinua, donde se evaluó los requisitos de calidad obteniendo como producto final un shampoo que cumple los parámetro de calidad, con características organolépticas agradables y físicamente estable.

Se estableció la máxima concentración de saponina usando sal y celulosa como agentes reológicos, para lo cual se determinó por medio de formulaciones simples las concentraciones óptimas de saponina para cada espesante, y se concluye que la concentración en sal (NaCl) es de 1.0% y de celulosas (CMC y HEC) es de 2.0%, presentando una viscosidad media en ambos tipos de espesantes. Si las concentraciones se elevan la formulación baja la viscosidad, es decir a mayor concentración de saponina menor consistencia.

Se evaluó siete formulaciones con distintas características. En el estudio de estabilidad preliminar, el tratamiento C fue el más idóneo desde la etapa inicial a la final. En la prueba de viscosidad se observó un disminución del 32% manteniéndose estable al igual que su muestra ambiente, el pH entre 6.0 a 6.5, que se encuentra dentro del rango establecido por la norma NTE INEN-851, la prueba de espuma durante el estudio permaneció constante con un promedio de 8.5 a 9.0 cm de altura, en el ensayo organoléptico se pudo observar que no presentó incompatibilidades física y química en la formulación y las pruebas microbiológicas están acordes con los requisitos de aceptabilidad según la norma NTE INEN-2867, al igual que en el etiquetado.

Se determinó que la formulación C de shampoo es adecuada para uso humano, siendo validada por un número de veinte personas quienes tuvieron una buena aceptación y tolerancia, sin causar reacciones desfavorables a nivel cutáneo, ya que por sus componentes naturales y sus propiedades emulgentes y curativas, se torna una formulación segura y confiable para su uso diario.

## RECOMENDACIONES

Realizar un estudio más a fondo, sobre los niveles de concentración de la saponina cruda de quinua al relacionarse con diferentes agentes reológicos.

Realizar formulaciones donde se potencie la función tensoactiva de la saponina de quinua, al mezclarla con diferentes clases de saponinas vegetales.

Dar un valor agregado al mojuelo de quinua, para así disminuir la contaminación ambiental que provoca estos desechos en el entorno.

Por sus múltiples beneficios, se recomienda continuar con más estudios de la saponina para su aplicación en diferentes áreas científicas.

Realizar pruebas de efectividad del shampoo en problemas relacionados como *Pitiriasis capitis* (caspa), y su efecto en los folículos pilosos para evitar la caída.

Se sugiere este shampoo para su producción y consumo humano.

## GLOSARIO

**Calibración:** establecimiento de la correspondencia entre las indicaciones de un instrumento de medida y los valores de magnitud que mide con él (Losada, 1997, p. 4).

**Diestearato:** es un sólido blanco con olor tenue, su uso permite una considerable mejora en las propiedades de las sustancias activas de lavado, tales como: Efecto acondicionador, solubilizante, emulsificante, regulador de viscosidad, estabilizador de espuma (Perez, 2015, p. 01).

**Eudérmica:** se refiere a la piel sana, sin alteraciones (Martínez, 2014, p. 91).

**Escualeno:** compuesto isoprenoide que funciona en la piel como recolector radical de oxígeno, de ese modo protegiendo la piel (Ronco, 2009, p. 33).

**Flavonoides:** son compuestos de bajo peso molecular, se encuentran mayoritariamente como glucósidos, pero también pueden aparecer en forma libre. Además, se pueden presentar como sulfatos, dímeros ó polímeros (Quiñones et al., 2012, p. 78).

**Reológico:** deformación de los cuerpos, pero con frecuencia trata también de la fricción entre sólidos, del flujo de líquidos e incluso de la reducción a partículas (Ocampo, 2018, p. 07).

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOFARMA.** *Carboximetilcelulosa sódica* [en línea]. 2016. [Consulta: 01 enero 2021]. Disponible en: [http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4202d2fa20f6ffb1f7c5e800e786e4720c4ce163fe5f/main/files/Carboximetilcelulosa\\_s\\_\\_dica.pdf](http://www.acofarma.com/admin/uploads/descarga/4202d2fa20f6ffb1f7c5e800e786e4720c4ce163fe5f/main/files/Carboximetilcelulosa_s__dica.pdf)

**AHUMADA, A; et al.** *Saponinas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.): un subproducto con alto potencial biológico* [en línea]. *Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.* 2016. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en: 45(3), 438-469. doi:10.15446/rcciquifa.v45n3.62043

**ALQUADEIB, B; et al.** *Pharmaceutical evaluation of different shampoo brands in local Saudi market* [en línea]. *Saudi Pharmaceutical Journal.* 2018. [Consulta: 02 diciembre 2020]. Disponible en: 26 (1), 98–106. doi: 10.1016/j.jsps.2017.10.006

**AL-SNAFI, A.** *The pharmacology of Equisetum arvense - A review* [en línea]. *Journal of Pharmacy.* 2017. [Consulta: 20 noviembre 2020]. Disponible en: 7(2), 31-42. doi:10.9790/3013-0702013142

**ANGELI, V; et al.** *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization* [en línea]. *Foods.* 2020. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: 9(2), 1-32. doi:10.3390/foods9020216

**ASGARPANA, J; & ROOHI, E.** *Phytochemistry and pharmacological properties of Equisetum arvense L* [en línea]. *Journal of Medicinal Plants Research.* 2012. [Consulta: 24 agosto 2020]. Disponible en: 6(21), 3689-3693. doi:10.5897/JMPR12.234

**AYELESO, T; et al.** *Oleanolic Acid and Its Derivatives: Biological Activities and Therapeutic Potential in Chronic Diseases* [en línea]. 2017. [Consulta: 29 enero 2021]. Disponible en: *Molecules*, 22(11), 1915. doi:10.3390/molecules22111915

**BACHHAV, S; et al.** *Oleanolic acid prevents increase in blood pressure and nephrotoxicity in nitric oxide dependent type of hypertension in rats* [en línea]. *Pharmacogn.* 2015. [Consulta: 16 septiembre 2020]. Disponible en: *Res*, 385–392. doi:10.4103/0974-8490.159575

**BAKR, R; et al.** *Completely Polyherbal Conditioning and Antioxidant Shampoo: A Phytochemical Study and Pharmaceutical Evaluation* [en línea]. *Journal of pharmacy & bioallied sciences.* 201. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en: 11 (2), 105–115. doi: 10.4103/j

**BEZERRA, K; et al.** *Saponins and microbial biosurfactants: Potential raw materials for the formulation of cosmetics* [en línea]. *Biotechnol Prog.* 2018. [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en:1482-1493. doi:10.1002/btpr.2682

**BISSANTI, G.** *Un Mondo Ecosostenibile dentro i codici della Natura* [en línea]. *Chenopodium quinoa.* 2019. [Consulta: 30 octubre 2020]. Disponible en: <http://antropocene.it/en/2019/01/14/chenopodium-quinoa/>

**CHEOK, C; et al.** *Extraction and quantification of saponins: A review, Food Research International* 59 [en línea]. *Food Research International.* 2014. [Consulta: 13 septiembre 2020]. Disponible en: 21. doi:10.1016/j.foodres.2014.01.057

**COBOS, D.** *Elaboración de una crema nutritiva facial a base de la pulpa de Chirimoya (Annona cherimola, Annonaceae)* [en línea]. Tesis. 2015. [Consulta: 03 febrero 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9262>

**CORNWELL, A.** *A review of shampoo surfactant technology: consumer benefits, raw materials and recent developments* [en línea]. *International Journal of Cosmetic Science.*2018. [Consulta: 03 octubre 2020]. Disponible en: 40 (3), 16–30. doi: 10.1111/ics.12439

**DIAZ, R; & ROBLES, V.** *Elementos que influyen la medición del efecto de electrolitos sobre la extensión de una gota de champú* [en línea]. 2012. [Consulta: 22 noviembre 2020]. Disponible en:[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S187001952012000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187001952012000200004)

**DE SANTIS, G; et al.** *Characterisation of Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) Accessions for the Saponin Content in Mediterranean Environment* [en línea]. *Italian Journal of Agronomy.* 2016. [Consulta: 12 agosto 2020]. Disponible en: 11(4), 277-281. doi:<https://doi.org/10.4081/ija.2016.774>

**DEKEBO, A.** *Introductory Chapter: Plant Extracts* [en línea]. En A. Dekebo, *Plant Extracts.* 2019. [Consulta: 23 noviembre 2020]. Disponible en: doi:10.5772/intechopen.85493

**D'SOUZA, P; & RATHI, S.** *Shampoo and Conditioners: What a Dermatologist Should Know?* [en línea]. *Indian journal of dermatology.* 2015. [Consulta: 21 agosto 2020]. Disponible en: 60 (3), 248–254. doi: 10.4103/0019-5154.156355

**EL AZIZ, A; et al.** *Investigations on Green Preparation of Heavy Metal Saponin Complexes* [en línea]. *Journal of Water Environmental,* 2(2), 2017. 103-11.

**EL AZIZ, M; et al.** *A review on saponins from medicinal plants: chemistry, isolation, and determination* [en línea]. *Journal of Nanomedicine Research*. 2019. [Consulta: 14 octubre 2020]. Disponible en: 8(1), 282-288. doi:10.15406/jnmr.2019.07.00199

**ERNSTOFF, A; et al.** *Multi-pathway exposure modeling of chemicals in cosmetics with application to shampoo* [en línea]. *Environment International*. 2016. [Consulta: 10 julio 2020]. Disponible en: 92 (4), 87–96. doi: 10.1016/j.envint.2016.03.014

**ESPRENDOR, A; et al.** *Development and stability study of products containing cupuaçu butter* [en línea]. *Scientific Electronic Archives*. 2019. [Consulta: 13 agosto 2020]. Disponible en: 12 (6), 77-86. doi: 10.36560/1262019998

**EUROECOTRADE.** *Posibilidades de la Saponina de Quinoa en la industria cosmética* [en línea]. Lima. 2016. [Consulta: 21 agosto 2020]. Disponible en: Obtenido de <https://doc-0k-0o-appsviewer.googleusercontent.com/viewer/secure/pdf/ijeel7dj4mdkrqtb65pk16pce1rvrpo1/ovrgqqv9j5h0allrf47jhfhg2ap67013/1604345100000/drive/06395066736028649467/ACFrOgDjzfOHr2k3qjbXjJG6ymHX3Ts2yBrj65FK8HPDei0hm83XhTH9FGE7vgd-LbIkVCmSwF4Onl>

**FARMACOPEA.** *Farmacopea Argentina Vol I* [en línea]. Volumen 1, Séptima Edición. 2003. [Consulta: 24 febrero 2021]. Disponible en: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip\\_pages/Farmacopea\\_Vol\\_I/files/assets/basic-html/page156.html](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/fna/flip_pages/Farmacopea_Vol_I/files/assets/basic-html/page156.html)

**FULA, A; & PRIETO, M.** *Evaluación Del Carboximetil Celulosa Como Agente Viscosante Y Estabilizador De Espuma En Formulaciones Detergentes*. Universidad De Los Andes Facultad De Ingeniería Departamento De Ingeniería Química. 2008. Pp 111

**GAHLAWAT, J; et al.** *Formulation and evaluation of polyherbal liquid shampoo* [en línea]. *European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences*. 2019. [Consulta: 19 agosto 2020]. Disponible en: 6 (7), 149-154. ISSN 2349-8870

**GOMEZ-PARDO, L; et al.** *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Breeding* [en línea]. *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals* (págs. 259-316). Springer. 2019. [Consulta: 28 octubre 2020]. Disponible en: doi:10.1007/978-3-030-23108-8\_7

**GONZÁLEZ, J; et al.** *Quinoa: An incan crop to face global*. En K. Murphy, & J. Matanguihan, *Quinoa: Improvement and sustainable production*. 2019. (págs. 1-12). Wiley-Blackwell.

**GRAF, B; et al.** *Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)* [en línea]. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2015. [Consulta: 20 octubre 2020]. Disponible en: 14, 431-446. doi:10.1111/1541-4337.12135

**GUBITOSA, J; et al.** *Hair Care Cosmetics: From Traditional Shampoo to Solid Clay and Herbal Shampoo* [en línea]. A Review. *Cosmetics*. 2019. Pp 1-16. [Consulta: 14 septiembre 2020]. Disponible en: doi:10.3390/cosmetics6010013

**GUNSHA, L.** *Elaboración de un emulsionante cosmético a base de las saponinas del agua de lavado de quinua (Chenopodium quinoa)* [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 1, 97. 2013. [Consulta: 11 noviembre 2020]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1468/1/34T00246.pdf>

**HAROON, K; et al.** *Use of inline near-infrared spectroscopy to predict the viscosity of shampoo using multivariate analysis* [en línea]. *International Journal of Cosmetic Science* 41 (4). 2019, pp: 346–356. [Consulta: 24 enero 2021]. Disponible en: doi: 10.1111/ics.12536

**HUERTA, A.** *Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro* [en línea]. 2011.

**INIA.** *Catálogo de variedades locales de quínoa: Zona Centro Sur de Chile* [en línea]. Santiago de Chile. 2018. [Consulta: 19 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/2019/01/Catálogo-Quínoa.pdf>

**JABEEN, A; et al.** *A Review on Lepidium Sativum* [en línea]. *Ino American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2223-2227. 2017. [Consulta: 13 septiembre 2020]. Disponible en: doi:10.5281/zenodo.839541

**JAIN, T; & GROVER, K.** *Comprehensive Review on the Nutritional and Nutraceutical Aspects of Garden Cress (Lepidium sativum Linn.)* [en línea]. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 88(3), 829-836. 2016. [Consulta: 16 octubre 2020]. Disponible en:doi:10.1007/s40011-016-0775-2

**KAKIZAWA, Y; & MIYAKE, M.** *Creation of New Functions by Combination of Surfactant and Polymer - Complex Coacervation with Oppositely Charged Polymer and Surfactant for Shampoo and Body Wash* [en línea]. *Journal of Oleo Science*, 7 (2), 1-15. 2019. [Consulta: 28 noviembre 2020]. Disponible en:doi : 10.5650/jos.ess19081

**KNIBBS, J.** *Best supplements for hair growth: An ancient medical herb known to promote hair growth* [en línea]. Daily Express. 2020. [Consulta: 11 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.express.co.uk/life-style/health/1264703/best-supplements-for-hair-loss-horsetail-hair-growth>

**KOTHARI, S; et al.** *Polyherbal Anti-dandruff Shampoo: Basic Concept, Benefits, and Challenges* [en línea]. Asian Journal of Pharmaceutics, 12 (3), 849-859. 2018. [Consulta: 03 agosto 2020]. Disponible en doi: 10.22377/ajp.v12i03.2619

**LIM, J; et al.** *Analysis of saponin composition and comparison of the antioxidant activity of various parts of the quinoa plant (Chenopodium quinoa Willd.)* [en línea]. Food Science & Nutrition, 649-702. 2019. [Consulta: 07 agosto 2020]. Disponible en: doi:10.1002/fsn3.1358

**LIU, B; et al.** *C $\beta$ -Catenin is involved in oleanolic acid-dependent promotion of proliferation in human hair matrix cells in an in vitro organ culture model* [en línea]. Fitoterapia, 136-140. 2017. [Consulta: 29 noviembre 2020]. Disponible en: doi:10.1016/j.fitote.2017.07.007

**LOSADA, A.** *Glosario Sobre Sistemas De Riego* [en línea]. (Vol. 4). 1997. [Consulta: 27 febrero 2021]. Disponible en: <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/2736>

**LOZANO, M.** *Evaluación Antiinflamatoria In Vivo De Sapogeninas De Resíduos De Quinoa Real (Chenopodium quinoa Willd)* [en línea]. 2014. [Consulta: 12 septiembre 2020]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/5697>

**MALPANI, T; et al.** *Formulation and evaluation of Pomegranate based herbal shampoo* [en línea]. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9 (2), 1439-1444. ISSN: 2278-4136. 2020. [Consulta: 10 octubre 2020]. Disponible en: <https://www.phytojournal.com/archives/?year=2020&vol=9&issue=4&ArticleId=11954>

**MARSH, J; et al.** *Gel network shampoo formulation and hair health benefits* [en línea]. International Journal of Cosmetic Science, 39 (5), 543-549. 2017. [Consulta: 18 noviembre 2020]. Disponible en: doi: 10.1111/ics.12409

**MARTÍNEZ, I.** *Corriente galvánica aplicada a la estética, en la ionización de ácido hialurónico como principio activo en el tratamiento de la deshidratación cutánea facial en pacientes de sexo femenino, de 25 a 35 años de edad que acuden al Centro Estético Mariana Mosq* [en línea]. Tesis. 2014. [Consulta: 21 octubre 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1842>

**MELO, C; & MONCADA, L.** *Propuesta Documental Para La Ejecución De Pruebas De Calidad Con Miras A Establecer Estabilidad Cosmética* [en línea]. 2016. [Consulta: 27 diciembre 2020]. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/66976895/TESIS-FINAL-COSMETICOS-1-pdf/>

**OCAMPO, R. D.** *Reología aplicada a sistemas alimentarios s Grupo de capacitación e investigación pedagógica* [en línea]. 2018. [Consulta: 25 octubre 2020]. Disponible en: <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/270/1/CORRECCIONES-ilovepdf-compressed.pdf>

**CASTILLO, J; et al.** *Estudios de estabilidad de productos cosméticos Recomendaciones para el desarrollo de Supervisión y coordinación* [en línea]: Programa de Calidad para el Sector Cosméticos-Safe+. Consultor Nacional Calidad Cosméticos, *Programa Safe+ de ONUDI Investigación y escritura*. 2018. [Consulta: 15 septiembre 2020]. Disponible en: [www.safeplus.com.co](http://www.safeplus.com.co)

**PAŠKO, P; et al.** *Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth* [en línea]. *Food Chemistry*, 115(3), 994–998. 2009. [Consulta: 05 agosto 2020]. Disponible en: doi:10.1016/j.foodchem.2009.01.037

**PEÑA, J; et al.** *Evaluación De La Eficacia Cosmética In Vivo De Fórmulas Cosméticas Elaboradas Con Aceites Esenciales De Aristeguietia Glutinosa (Matico) Y Ocotea Quixos (ISHPINGO )* [en línea]. 2018. [Consulta: 20 julio 2020]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15042/1/UPS-CT007425.pdf>

**QUIÑONES, M; et al.** *Revisión Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular* [en línea]. *Nutr Hosp*, 27(1), 76–89. 2012. [Consulta: 20 enero 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.5418>

**RAFIK, P; et al.** *Formulation and evaluation of onion hair nourishing shampoo* [en línea]. *Journal of Drug Delivery and Therapeutic*, 8 (4), 335-340. 2018. [Consulta: 01 julio 2020]. Disponible en: doi: 10.22270/jddt.v8i4.1810

**RODRÍGUEZ, S; et al.** *Uso de materias primas naturales en la elaboración de cosméticos y su control de calidad* [en línea]. *Jovenes En La Ciencia*, 2(1), 1476–1480. 2016. [Consulta: 29 octubre 2020]. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1311>

**RONCO, A. L.** *Vologne Linea Semo Presentacion*. 2009. Pp 29 -32

**SANTOSH, D; et al.** *Natural Surfactants-Based Ag Nanofluids for Enhanced Wettability on Hair Surface* [en línea]. *Sustainable Chemistry & Engineering*, 6 (3), 3615-3623. 2018. [Consulta: 15 agosto 2020]. Disponible en:doi: 10.1021/acssuschemeng.7b03943

**SHEKHAR, C; & KUMAR, V.** *The Potential of Garden Cress (Lepidium sativum L.) Seeds for Development of Functional Foods* [en línea]. En J. Jimenez-Lopez, *Advances in Seed Biology*. 2016. [Consulta: 04 octubre 2020]. Disponible en: doi:10.5772/intechopen.70355

**SIDLEYCHEM.** *Hidroxietilcelulosa* [en línea]. 2016. [Consulta: 24 enero 2021]. Disponible en: <https://celluloseether.com/hidroxietilcelulosa/>

**SONG, X; et al.** *Anticancer activity of novel oleanolic acid methyl ester derivative in HeLa cervical cancer cells is mediated through apoptosis induction and reactive oxygen species production* [en línea]. *Bangladesh J. Pharmacol*, 896–902. 2015 [Consulta: 08 septiembre 2020]. Disponible en: doi:10.3329/bjp.v10i4.23709

**SUNG, H; et al.** *Oleanolic acid reduces markers of differentiation in 3T3-L1 adipocytes* [en línea]. *Nutr. Res*, 831–839. 2010. [Consulta: 23 octubre 2020]. Disponible en: doi: 10.1016/j.nutres.2010.10.001

**USDA.** *United States Department of Agriculture* [en línea]. Natural Resources Conservation Service. 2019. [Consulta: 30 octubre 2020]. Disponible en: <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=CHQU&display=31>

**VICENTE, G.** *Extracción, Cuantificación Y Purificación De Saponinas De Semillas De Chenopodium quinoa Willd Provenientes Del Noroeste Argentino* [en línea]. 43-44. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. 2013. [Consulta: 22 agosto 2020]. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1413/Tesis%20Doctoral%20Vicente%20Gianna%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**WANG, X; et al.** *Inhibitory effect of oleanolic acid on hepatocellular carcinoma via ERK-p53-mediated cell cycle arrest and mitochondrial-dependent apoptosis* [en línea]. *Carcinogenesis*, 1323–1330. 2013. [Consulta: 14 octubre 2020]. Disponible en: doi:10.1093/carcin/bgt058

**ZHANG, K; et al.** *Preparation, characterization, and in vivo pharmacokinetics of nanostructured lipid carriers loaded with oleanolic acid and gentiopicrin* [en línea]. *Int J Nanomedicine*, 3227–3239. 2013. [Consulta: 2 agosto 2020]. Disponible en:doi:10.2147/IJN.S45031

**ZAVALETA MERCADO, R.** *Diseño conceptual para la descontaminación y economía de agua en plantas de desamargado de quinua* [en línea]. *Revista Ciencia y Cultura*, (24), 85-96. 2010. [Consulta: 11 enero 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-33232010000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33232010000100006&lng=es&tlng=es).

## ANEXOS

### Anexo A: Extracción y separación de saponina.



Evaporización del extracto

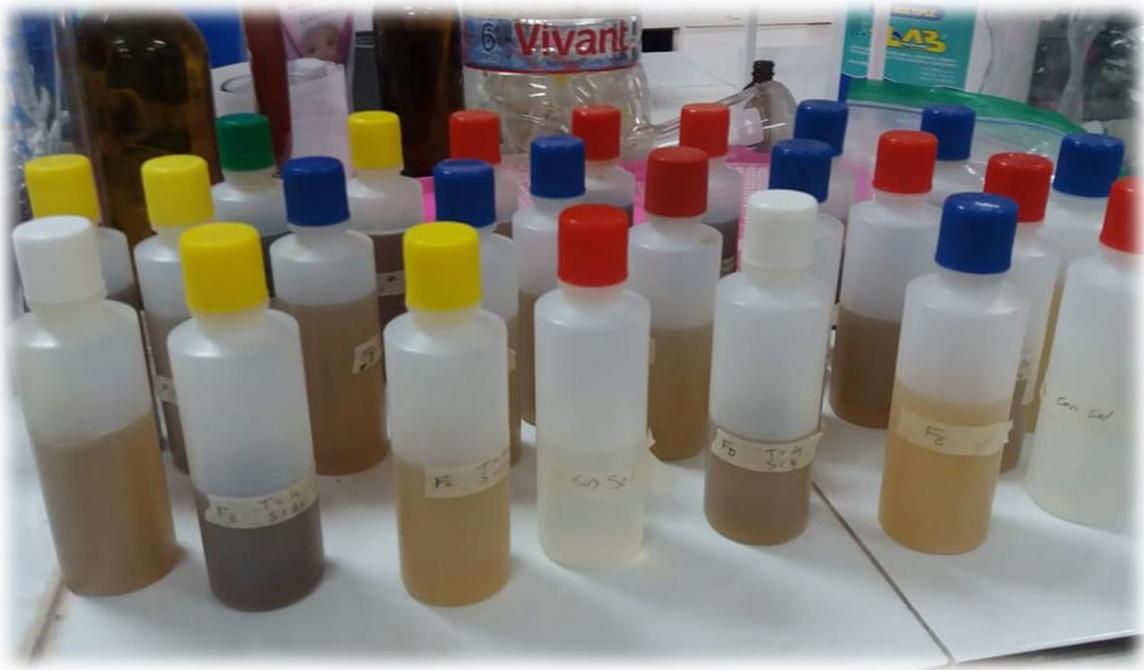


Dsecación del extracto y proceso de cristalización



Pulverización de cristales

**Anexo B:** Determinación de la concentración de saponina, en formulaciones simples.



**Anexo C:** Determinación de viscosidad con diferentes agentes reológicos.



HEC

CMC

NaCl



**Anexo D:** Formulaciones de los tratamientos.



Tratamientos



Tratamiento A



Tratamiento B



Tratamiento C



Tratamiento D



**Tratamiento E**



**Tratamiento F**



**Tratamiento G**

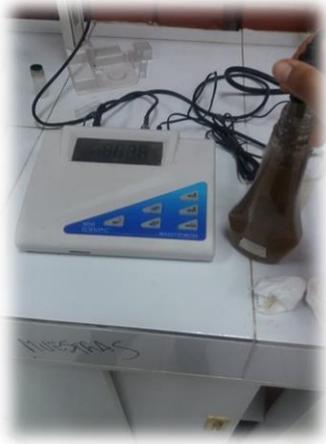
**Anexo E:** Estudio de estabilidad preliminar - cámara de estabilidad.



**Anexo F: Determinación de la viscosidad.**



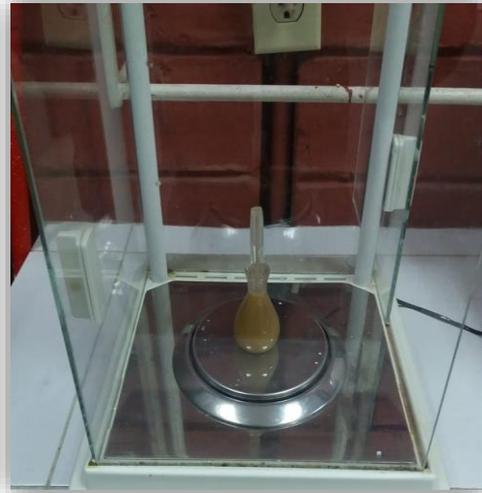
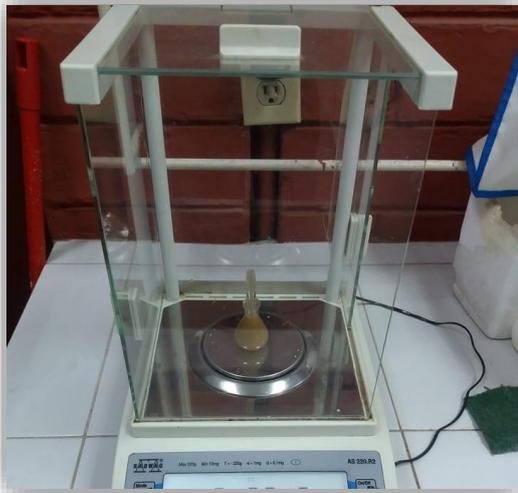
**Anexo G: Determinación de pH.**



**Anexo H: Determinación de espuma.**



**Anexo I: Densidad Relativa.**



**Anexo J:** Ensayo organoléptico al final del estudio preliminar.



**Anexo K:** Separación de fases en el tratamiento E – Incompatibilidad física.



Anexo L: Determinación microbiológica.



Aerobios mesofilos



*Escherichia coli*



*Staphylococcus aureus*



*Candida albicans*



Mohos y levaduras

**Anexo M: Test de irritabilidad.**

