



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**“ELABORACIÓN DE UN EMULSIONANTE COSMÉTICO A
BASE DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE
QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN ERPE”.**

TESIS DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:
LILIANA JACQUELINE GUNSHA ALLAUCA**

**RIOBAMBA – ECUADOR
2013**

DEDICATORIA

A Dios por ser la luz de mi vida y darme la oportunidad, el entusiasmo y la fortaleza de culminar mis estudios brindándome salud y amor cada día de mi existencia.

Desde lo más profundo de mi corazón a mis padres Luis Antonio y Berthita por ser ejemplo de perseverancia, humildad, amor, y sacrificio; a ti amada abuelita Inés, por ser la inspiración para realizar cada uno de mis sueños, a Carolina, Edwin y Joseph mis amores chiquitos, gracias por ser el soporte de mi vida.

A toda mi familia de modo especial a mis tíos Lourdes, Marina, Juan Carlos, Víctor y Mariana a mis primos Jessy, Miriam, Mercedes, Fabián, Martha, Kevin, Gabriel, Sneider y Cristian, gracias por creer en mi sueño, a mis futuros hijos y a todas las personas que viven y vivieron cercanos a mí; gracias por demostrarme su apoyo, confianza, amistad, cariño y amor, para ustedes este mi esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

A la Facultad de Ciencias y al Laboratorio de Productos Naturales por el apoyo brindado en la realización de este trabajo investigativo.

A las Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador especialmente a SUMAK LIFE, quien en la persona del Sr. Velasco me abrieron las puertas para la realización de la presente Tesis.

A la Dra. Susana Abdo y BQF. Fausto Contero excelentes maestros, amigos y motivadores; mil gracias por su valiosa colaboración y asesoramiento en la dirección del presente trabajo investigativo.

A la Dra. Ana Albuja, miembro del tribunal de Tesis por sus acertadas opiniones en la realización de este trabajo.

Como olvidar al BQF. Diego Vinueza, Dios lo bendiga por la enseñanza impartida; gracias por su tiempo y por motivarme a investigar. A mis amigas y amigos de modo especial a ti Belén, Daniel, Wilson y Lily gracias por ser mi equilibrio, brindarme su apoyo y alentarme día con día.

A Carola Flores y a todas las personas que colaboraron de una u otra manera para la culminación de este trabajo de investigación y de esta etapa de mi existencia. Siempre los llevaré en mi corazón.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

El Tribunal de Tesis certifica que el trabajo de investigación: “ELABORACIÓN DE UN EMULSIONANTE COSMÉTICO A BASE DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN ERPE, de responsabilidad de la señorita egresada Liliana Jacqueline Gunsha Allauca, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Silvio Álvarez Luna
DECANO FAC. CIENCIAS

Dr. Iván Ramos
**DIRECTOR ESCUELA
BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

Dra. Susana Abdo
DIRECTOR DE TESIS

BQF. Fausto Contero
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tc. Carlos Rodríguez
**DIRECTOR CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE TESIS

Yo, **Liliana Jacqueline Gunsha Allauca**, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**.

LILIANA JACQUELINE GUNSHA ALLAUCA

*No pretendamos que las cosas
cambien, si siempre hacemos lo mismo.*

Albert Einstein

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ERPE	Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia)
ECOCERT	Organismo de control y certificación en agricultura ecológica
UE	Unión Europea
HBL	Balance Hidrófilico Lipofilíco
SLS	Lauril Sulfato de Sodio
SLES	Lauril Éter Sulfato de Sodio
Csp.	Cantidad suficiente para la formulación
Kg	Ultra violeta
UV	Número
N°	Centímetro
cp.	Centipoisé
η	Viscosidad
Abs	Absorbancia
DCA	Diseño Completamente al Azar
Cm	Concentración Media
Vm	Volumen medio
GR	Glóbulos Rojos
nm	Nanómetro
ST	Solidos Totales
%C	Porcentaje de Cenizas
SH	Saponina Hidrolizada
SNH	Saponina no Hidrolizada
μ	Media global asociada con un parámetro desconocido
<i>a_i</i>	Efecto debido a la concentración utilizada

e_{ij}	Error asociado a la observación Y_{ij}
SC	Suma de cuadrados
n	Nº de observaciones por tratamiento
k	Nº de tratamientos
N	Nº total de observaciones por minuto
Nk	Grados de libertad dl error
ρ	Densidad
CIR	Revisión de Ingredientes Cosméticos
REACH	Sistema integrado de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	viii
ÍNDICE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE IMÁGENES	xii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I.....	- 1 -
1. MARCO TEÓRICO	- 1 -
1.2 USO DE EMULSIONANTES SINTÉTICOS (SLS Y SLES).....	- 3 -
1.3 HACIA LA OBTENCIÓN DE LA MEZCLA DE ACEITE Y AGUA.....	- 4 -
1.6 QUINUA EN ECUADOR.....	- 29 -
1.6.1 QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UN EMULSIFICANTE NATURAL.	- 30 -
1.6.1.1 ORIGEN.....	- 31 -
1.6.1.2 TAXONOMÍA	- 31 -
1.6.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	- 32 -
1.6.4.2 SEPARACIÓN:.....	- 39 -
1.9.7 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA.....	- 45 -
1.9.7.1 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA Y SAPONINAS NO HIDROLIZADAS.....	- 45 -
1.9.7.2 CUANTIFICACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE SAPONINAS PRESENTES EN EL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA.....	- 45 -

1.9.7.3 ESTUDIOS CROMATOGRÁFICOS DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA.....	45 -
CAPÍTULO II.....	47 -
2. PARTE EXPERIMENTAL	47 -
2.1 LUGAR DE REALIZACIÓN Y PRUEBAS DE ENSAYO.....	47 -
2.1.1 RECURSOS MATERIALES	47 -
2.1.1.1 MATERIA PRIMA	47 -
2.1.1.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS	48 -
2.2 FACTORES DE ESTUDIO.....	49 -
2.2.1 UNIDAD EXPERIMENTAL O DE ANÁLISIS.....	49 -
2.3.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL PRIMA	49 -
2.3.2 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DE LA DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA	50 -
2.3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES.....	50 -
2.3.2.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)	50 -
2.3.2.3 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL.....	51 -
a) ENSAYO DE SUDAN.....	52 -
b) ENSAYO DE LIEBERMANN-BURCHARD.....	52 -
c) ENSAYO DE FEHLING	53 -
d) ENSAYO DE LA ESPUMA.....	53 -
2.3.2.6 PRUEBA DE HEMOLISIS CON GLOBULOS ROJOS.	54 -
2.3.3 OBTENCIÓN DE SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA ...	56 -
2.4.1 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS	58 -
2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL	65 -

CAPÍTULO III	- 68 -
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 68 -
3.1.2 OBTENCIÓN DEL MATERIAL PRIMA	- 68 -
3.2 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DE LA DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA	- 69 -
3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, CENIZAS (Técnica NTE INEN 401) Y NITRÓGENO TOTAL.....	- 69 -
2.2.4 ENSAYOS CROMATOGRÁFICOS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA...	- 71 -
2.2.5 PRUEBA DE ESPUMA.....	- 72 -
CAPÍTULO IV	- 83 -
4. CONCLUSIONES:	- 83 -
CAPITULO V.....	- 85 -
5. RECOMENDACIONES:	- 85 -
CAPITULO VI	- 86 -
RESUMEN.....	- 86 -
CAPÍTULO VII.....	- 89 -
7.-BIBLIOGRAFÍA.....	- 89 -
CAPÍTULO VIII.....	- 97 -

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: CONTROL FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 69 -
CUADRO 2: TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 70 -
CUADRO 3: PRUEBA DE ESPUMA VISTA SAPONINAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 73 -
CUADRO 4: MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS (REACTIVOS Y RENDIMIENTO). LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 73 -
CUADRO 5: METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE SAPONINAS A BASE DEL AGUA RESIDUAL DEL LAVADO DE <i>Chenopodium quinoa</i> . LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 75 -
CUADRO 6 : CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 76 -
CUADRO 7: TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 76 -

CUADRO 8: ENSAYOS QUÍMICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE SAPONINAS DE <i>Chenopodium quinoa</i> . LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 77 -
CUADRO 9: RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD DE LAS SAPONINAS DE QUINUA	- 77 -
CUADRO 10: CAPACIDAD EMULSIFICANTE A 15 mL EN SHAMPOO Y CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 79 -
CUADRO 11: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA EL SHAMPOO ENTRE SNH Y TEXAPÓN A TEMPERATURA AMBIENTE 21 °C.....	- 80 -

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: PLANTA DEL PROCESAMIENTO DE LA QUÍNUA SUMAK LIFE/ LOS HELENES/GUANO. RIOBAMBA - ECUADOR.....	- 30 -
FOTOGRAFÍA 2: RECOLECCIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 107 -
FOTOGRAFÍA 3: CONCENTRACIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 107 -
FOTOGRAFÍA 4: SEPARACIÓN DE LAS GRASAS CON BENCENO. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 107 -
FOTOGRAFÍA 5: SEPARACIÓN DE LAS GRASAS CON BENCENO (VISTA CERCANA). LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012.....	- 107 -
FOTOGRAFÍA 6: PORCIÓN ÉTEREA DE LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 107 -
FOTOGRAFÍA 7: PROCESO DE CENTRIFUGACIÓN LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 107 -

FOTOGRAFÍA 8: FILTRADO DEL CRUDO DE SAPONINA LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 9: PASTA DE SAPONINA GLICOSILADA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 10: PRUEBA DE LIBERMAN BUCHARD. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 11: PRUEBA DE ESPUMA DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA (0 y 24 h). LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 12: PRUEBA DE ESPUMA. DE LA SAPONINA NO HIDROLIZADA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 13: PRUEBAS DE EMULSIÓN. (SOLUBILIDAD - VISCOSIDAD) LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 108 -
FOTOGRAFÍA 14: CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012.....	- 109 -
FOTOGRAFÍA 15: TLC PARA AGUA DE LAVADO Y SNH. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA OCTUBRE 2012.....	- 109 -

FOTOGRAFÍA 16: PORCIÓN ETÉREA DEL CONCENTRADO DE SAPONINAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA OCTUBRE 2012 - 109 -

FOTOGRAFÍA 17: DETERMINACIÓN DE CENIZAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA OCTUBRE 2012..... - 109 -

FOTOGRAFÍA 18: ESCARLILLADORA. PLANTA DEL PROCESAMIENTO DE LA QUÍNUA SUMAK LIFE/ LOS HELENES/GUANO. RIOBAMBA - ECUADOR - 109 -

FOTOGRAFÍA 19: SNH PARA DETERMINACIÓN DE PRUEBAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA OCTUBRE 2012..... - 109 -

ÍNDICE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LAS SAPONINAS DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, SEPTIEMBRE DEL 2012	- 74 -
GRÁFICO 2: DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA PRUEBAS DE HEMOLISIS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, SEPTIEMBRE DEL 2012	- 71 -
GRÁFICO 3: VISCOSIDAD DEL SHAMPOO A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SAPONINA NO HIDROLIZADA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, SEPTIEMBRE DEL 2012.....	- 80 -
GRÁFICO 4: VISCOSIDAD DEL SHAMPOO A 25 Y 40 ° C. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, SEPTIEMBRE DEL 2012.....	- 81 -

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGÉN 1: MOLÉCULA DE AGUA CON LOS DIPOLOS CORRESPONDIENTES Y SU MOMENTO DIPOLAR	- 4 -
IMAGÉN 2: ESTRUCTURA TÍPICA DE UNA MOLÉCULA DE AGENTE TENSIOACTIVO.....	- 5 -
IMAGÉN 3: EMULGENTE (ESTEARATO DE SODIO).....	- 6 -
IMAGÉN 4: ORDENAMIENTO Y FIJACIÓN DE TENSIOACTIVOS A LA INTERFASE AGUA-ACEITE PARA LOS CASOS. I.-PARTÍCULA DE AGUA EN ACEITE, II.-PARTÍCULA DE ACEITE EN AGUA.	- 7 -
IMAGÉN 5 : EMULSIÓN LIPOFÍLICA	- 7 -
IMAGÉN 6: MECANISMOS DE DESESTABILIZACIÓN EN UNA EMULSIÓN (TADROS, 2004).....	- 8 -
IMAGÉN 7: ORIENTACIÓN DE TENSO ACTIVO EN LA INTERFASE	- 9 -
IMAGÉN 8: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA MICELA ANIÓNICA ESFÉRICA.	- 10 -
IMAGÉN 9: EMULSIONES SEGÚN FASE INTERNA Y FASE EXTERNA.....	¡Error!
Marcador no definido.	
IMAGÉN 10: i) PRIMERA ETAPA DE EMULSIFICACIÓN: LA FASE ACUOSA SE ADICIONA A LA FASE OLEOSA FORMANDO UNA DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS ACUOSAS EN ACEITE (I). ESTE PROCESO SE REALIZA CON UNA AGITACIÓN FUERTE (EJ. UTILIZACIÓN DE DISPERSORES, II); ii) FASE TERMINAL DE LA EMULSIÓN, SE INVIERTEN LAS FASES FORMANDO UNA DISPERSIÓN DE LA	

FASE OLEOSA EN LA FASE ACUOSA (III).EN ESTE CASO LA AGITACIÓN ES SUAVE (EJ. PALETAS)	19 -
IMAGÉN 11: ESQUEMA DEL TIPO DE PARTÍCULAS DISPERSAS QUE SE FORMAN EN EL CURSO DE LA PREPARACIÓN DE UNA EMULSIÓN SIMPLE: I) PARTÍCULA ACUOSA DISPERSA EN LA FASE OLEOSA Y, (II) A SU VEZ DISPERSO EN LA FASE ACUOSA, II) PARTÍCULA OLEOSA HOMOGÉNEA DISPERSA EN LA FASE ACUOSA.....	20 -
IMAGÉN 12: i) ETAPA DONDE LA FASE ACUOSA ES ADICIONADA A LA FASE OLEOSA CON QUE CONTIENE EL TENSIOACTIVO LIPOFÍLICO;	20 -
IMAGÉN 13: ANATOMÍA DEL GRANO DE QUINUA.....	32 -
IMAGÉN 14: VISTA VENTRAL DEL FRUTO DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (GALLARDO ET AL., 1997)	33 -
IMAGÉN 15: SECCIÓN LONGITUDINAL MEDIA DEL GRANO DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>). PE: PERICARPIO, SC: CUBIERTA DE LA SEMILLA, EN:m ENDOSPERMA; C: COTILEDONES, H: HIPOCOTILO; SA: ÁPICE DEL MERISTEMO; R: RADÍCULA, P: PERISPERMA; F: FUNÍCULO	33 -
IMAGÉN 16: ESTRUCTURA BÁSICA DE SAPONINA	36 -
IMAGÉN 17: SAPONINA TRITERPÉNICA	36 -
IMAGÉN 18: ESQUELETO DE LA SAPONINA ALCALOIDEA.....	37 -
IMAGÉN 19: ESQUELETO TRITERPENÓIDE PENTACÍCLICO	38 -
IMAGÉN 20: VISCOSÍMETRO DE OSWAL	63 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL HLB REQUERIDO Y LOS USOS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE EMULSIONES.....	12 -
Tabla 2: TIPOS DE EMULSIONES SEGÚN FASE INTERNA Y FASE EXTERNA....	13 -
Tabla 3: INFORMACIÓN BÁSICA DEL SLES	26 -
Tabla 4: INFORMACIÓN BÁSICA DEL CLORURO CETIL TRIMETIL AMONIO ...	28 -
Tabla 5: TAXONOMÍA DE <i>Chenopodium quinua</i>	31 -
Tabla 6: ANÁLISIS PROXIMAL DEL ESCARLIFICADO DE QUINUA	41 -
Tabla 8: MÉTODOS DE DESAMARGADO DE LA QUINUA.....	44 -
Tabla 9: MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE UN EMULSIONANTE NATURAL.....	48 -
Tabla 10: CARACTERÍSTICAS DE LOS EMULSIONANTES PATRÓN.....	49 -
Tabla 11: DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES	50 -
Tabla 12: DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)	50 -
Tabla 13: FORMULACIÓN DEL SHAMPOO	61 -
Tabla 14: FORMULACIÓN DE CREMA O/W	62 -
Tabla 15: TABLA DE ANOVA PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	66 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FLUJOGRAMA PARA LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DEL MOJUELO DE QUINUA	- 97 -
ANEXO 2: DIAGRAMA PARA LA EXTRACCIÓN DE LA SAPONINA DE QUINUA DEL ESCARLILLADO	- 98 -
ANEXO 3: FLUJOGRAMA UTILIZADO PARA LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS A PARTIR DEL ESCARLILLADO DE QUINUA EN LA UMSA (BOLIVIA)	- 99 -
ANEXO 4: DATOS DE LA HEMOLISIS PRODUCIDA POR EL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012	- 101 -
ANEXO 5: FORMULACIÓN DEL SHAMPOO CON EMULSIONANTE QUIMICO Y SNH PARA 15 mL. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012	- 101 -
ANEXO 6 : FORMULACIÓN DE CREMA CON EMULSIONANTE QUIMICO Y SNH PARA 15 mL. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012	- 102 -

ANEXO 7: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA EL SHAMPOO ENTRE SNH Y TEXAPON A 25 Y 40 °C. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012..... - 102 -

ANEXO 8: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA LA CREMA ENTRE SNH Y DEHYQUART A TEMPERATURA AMBIENTE. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012..... - 103 -

ANEXO 9 : VISCOSIDAD EN CONTRA TIEMPO PARA SHAMPOO CON TEXAPON Y SNH. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012 - 104 -

ANEXO 10: VISCOSIDAD EN CONTRA TIEMPO PARA CREMA CON DEHYQUART Y SNH. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012 - 105 -

ANEXO 11 : DATOS SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD A 15, 20 Y 25 ° C. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012 - 105 -

ANEXO 12 : EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DEL CRUDO DE SAPONINA A 15, 20 Y 25 °C. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012 - 106 -

ANEXO 13: FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	- 107 -
ANEXO 14: TABLA DE ANOVA PARA SHAMPOO. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	110
ANEXO 15: CURVA DE GAUSE PARA LA VISCOSIDAD DEL SHAMPOO. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	110
ANEXO 16: PRUEBA DE TUKEY PARA SHAMPOO. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	111
ANEXO 17: VISCOSIDAD A CONTRA TIEMPO PARA SHAMPOO. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	112
ANEXO 18: TABLA DE ANOVA PARA CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012.....	113
ANEXO 19: CURVA DE GAUSE PARA LA VISCOSIDAD DE LA CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	113

ANEXO 20: PRUEBA DE TUKEY PARA CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012.....	114
ANEXO 21: VISCOSIDAD A CONTRA TIEMPO PARA CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	115
ANEXO 22: TABLA DE VALORES PARA LA PRUEBA DE TUKEY. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA, NOVIEMBRE DEL 2012	116

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, la sociedad ha hecho uso de una gran variedad de productos cosméticos naturales, aunque no fue hasta el siglo pasado que se creó la industria química orientada a mejorar la acción y efectos de estos productos sobre la piel y el cabello. Actualmente, la sociedad tiende a volver nuevamente al uso de productos naturales, independientemente de la edad que se tenga; debido a que estos productos suelen ser orgánicos, inocuos y no nocivos para la salud; generando además una nueva conciencia ecológica mediante la optimización y aprovechamiento de los recursos naturales.

Según ECOCERT se define como cosmético ecológico y natural al producto cosmético que contiene un mínimo del 10% de ingredientes ecológicos certificados, los cuales deben representar un mínimo del 95 % de los ingredientes vegetales y un máximo del 5 % de ingredientes de síntesis. El compuesto químico que permite la unión de la fase oleosa y acuosa de un cosmético se conoce como emulsionante y son sustancias que hacen posibles la formación y mantenimiento de una mezcla homogénea (3). El mal funcionamiento de esta sustancia es sinónimo de desestabilidad del producto cosmético elaborado; de allí su radical importancia, sin embargo los emulsionantes químicos a más de permitir la unión de sustancias no miscibles suelen ser tóxicos especialmente aquellos que son derivados del

petróleo; de este modo en el 2005 se tuvo que modificar el anexo II de la directiva que regula los cosméticos ya que, según estudios (71) (72), “el progreso técnico ha permitido demostrar que algunos de los ingredientes utilizados hasta ese momento eran sustancias carcinógenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción”.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente y considerando que los emulsionantes químicos causan un fuerte impacto a nivel ambiental elevando la alcalinidad de las aguas residuales, aumentando los niveles de fósforo y disminuyendo la capacidad de oxígeno. (67) surgió esta investigación ante la necesidad un emulsionante natural a base de saponinas que tengan una toxicidad e impacto ambiental bajo.

La planta objeto de extracción de saponinas en la presente investigación fue el *Chenopodium quinoa*, que se cultiva tradicionalmente como fuente alimentaria en nuestro país especialmente en la provincia de Chimborazo (12) provincia en la cual su cultivo ha sido fomentado a través de SUMAK LIFE, empresa que emplea esta semilla en la alimentación (productos elaborados a base de quinua) y en la exportación alrededor de 400 toneladas de esta chenopodiácea anualmente. El agua de lavado (700 Lb/1000 L de agua) es rica en saponinas las mismas que tienen la propiedad de regular la tensión superficial, es decir tienen propiedades tensoactivas o emulgentes. Dichos metabolitos fueron identificados tomando la producción de espuma, tamizaje fitoquímico; producción de hemólisis de los glóbulos rojos, TLC entre otros. Con el heterósido obtenido se formuló una metodología adecuada para que nos permitió la obtención de un emulsionante natural, utilizando reactivos con nula o baja toxicidad para lo cual se evaluó la capacidad emulsificante del mismo mediante la medición de parámetros físicos y químicos. A más de ello se determinó la efectividad del mismo comparando el emulsionante natural obtenido con dos emulsionantes químicos disponibles en el mercado.

Contrarrestando de este modo la problemática de la toxicidad del uso de tensoactivos sintéticos y reduciendo el impacto ambiental que se produce al verter directamente al ambiente el agua de lavado de la quinua que no solo produce una contaminación visual sino que además debido a las altas concentraciones de saponina puede alterar la biodiversidad ecológica y microbiológica del entorno.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 IMPORTANCIA DE LOS COSMÉTICOS NATURALES EN LA ACTUALIDAD.

En 2006 la UE crea el sistema REACH, un sistema integrado de registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y preparados químicos. REACH obliga a las empresas que fabrican o importan sustancias químicas a evaluar los riesgos derivados de su uso. Al mismo tiempo se establece un listado de sustancias que laboratorios independientes evaluarán. Los primeros resultados se esperan para el 2013. En este listado se incluyen sustancias utilizadas en los cosméticos como las hidroquinonas o el triclosan. Tenemos tendencia a pensar que aquello que nos ponemos en la piel queda en el exterior y no afecta a nuestro organismo, sin considerar que muchos cosméticos además incluyen ingredientes que favorecer su penetración en la piel y que pasan directamente al torrente sanguíneo. (75)

Algunos de los ingredientes de la cosmética no se ha detectado que sean perjudiciales para la salud pero son contaminantes que de una forma u otra y pueden tener repercusiones sobre el medio ambiente y los seres vivos, entre ellos nosotros. Se trata de todos aquellos que se degradan con dificultad y que no pueden eliminarse del agua en los procesos de depuración. De esta forma se acumulan en los ríos, lagos y el mar donde pueden entrar en la cadena

alimentaria y llegar de nuevo hasta los seres humanos. Por todos estos motivos los cosméticos naturales (productos cosméticos que contiene un mínimo del 10% de ingredientes ecológicos certificados) empiezan a tener gran auge en la actualidad debido a que la cosmética biológica no utiliza ningún principio activo químico que pueda ser nocivo para la salud o para la naturaleza, además carecen de aromas o colores añadidos, y de otros componentes sintéticos. No contienen conservantes artificiales que modifiquen su aspecto original. (74)

Es por ello que se autocalifican como productos más “honestos”, ya que no esconden en fórmulas antinaturales las ventajas de su uso pues utiliza ingredientes beneficiosos por sí mismos, tales como aceites vegetales biológicos o aguas florales, por oposición a los sintéticos empleados por la cosmética convencional”. Frente a las incertidumbres y a los riesgos vinculados a la utilización de los productos cosméticos convencionales, la alternativa está en el cambio de nuestras prácticas de consumo. Los productos cosméticos naturales, se nutren de las bondades de las plantas y poseen un aroma muy agradable, por la concentración de aceites esenciales, están indicados para todo tipo de piel incluso aquellas que son sensibles ya que no tienen efectos secundarios (73) ni producen reacciones alérgicas (a no ser, que se sea alérgico a algún ingrediente en concreto). Dentro de las especificaciones para que un cosmético esté dentro de este grupo de productos cosméticos tenemos: (29)

- Se prohíben los ingredientes derivados de la petroquímica al igual que las materias primas animales (excepto la cera de abeja y la lanolina); aceites minerales (parafina) y aceites sintéticos (silicona), los perfumes y colorantes sintéticos.
- Se privilegian los excipientes naturales: aceites vegetales, hidrosoles (aguas florales), aceites y ceras vegetales.
- Se limita el uso de emulsionantes y conservantes sintéticos.
- Los productos no pueden ser testeados sobre animales y los envases deben ser fabricados con materiales no contaminantes y deben reciclarse como los residuos del ciclo de producción.

1.2 USO DE EMULSIONANTES SINTÉTICOS (SLS Y SLES)

El estudio de las emulsiones es de gran interés en una inmensa cantidad de productos que utilizamos a diario como son las cremas para el cuidado personal, labiales, algunos alimentos y productos agroquímicos como los insecticidas y pesticidas. En el sector de los cosméticos, las cremas hidratantes, protectoras para los rayos UV, etc. también son emulsiones de partículas aceitosas dispersas en agua. En el sector farmacéutico, las emulsiones pueden servir para encapsular los fármacos activos y después liberarlos cuando se encuentran en la corriente sanguínea. (21)

El SLS o Lauril Sulfato de Sodio es un emulsionante ampliamente utilizado en la formulación de cosméticos y en formulaciones farmacéuticas de uso tópico y oral. Es una sustancia moderadamente tóxica, cuyos efectos de toxicidad aguda incluyen irritación de la piel, ojos, membranas mucosas, tracto respiratorio superior y estómago. La exposición prolongada, repetida de la piel a soluciones diluidas, puede provocar sequedad, resquebrajamiento y dermatitis de contacto. La inhalación por periodos prolongados puede causar daño en los pulmones. Estudios en animales han demostrado que la administración intravenosa causa marcados efectos tóxicos en pulmones, riñones e hígado. (74)

“Cosmetic Ingredient Review” (CIR por sus siglas en inglés) es una organización independiente destinada a revisar y a evaluar, la seguridad de los ingredientes usados en cosméticos. Sin embargo el CIR tras haber estudiado a este ingrediente lo ha encontrado seguro, pero señala que el Lauril Sulfato de Sodio son sustancias irritantes cuando se emplean en concentraciones iguales o mayores al 2%. Y la irritación aumenta con el incremento de la concentración del ingrediente. Aunque el SLS no es carcinogénico en animales de experimentación, se ha demostrado que causa severos cambios epidérmicos cuando es aplicado en la piel de ratones. (74)

Este estudio indica la necesidad de desarrollar ensayos para evidenciar el aumento de la actividad tumoral. (74) Por lo que se resume que la concentración de este compuesto no debería exceder el 1%. Además no debe ser utilizado en preparaciones intravenosas para uso humano. (75) Según Michelle Hailey miembro del Departamento de Salud de la Universidad de Pensilvania el SLS es una sustancia que se encuentra en la mayoría de los shampoo, los fabricantes la usan porque produce mucha espuma y es barata. (73)

El hecho es que el SLS es usado para limpiar el piso de los garajes y es muy fuerte. También está comprobado que puede causar cáncer a largo plazo. Según el investigador shampoo como Vo5, Palmolive, Paul Mitchel, etc. contienen esta sustancia y constituye el primer ingrediente en la lista lo cual significa que es el más predominante. De igual forma, la pasta de dientes Colgate también contiene la misma sustancia para producir las burbujas. (74)

1.3 HACIA LA OBTENCIÓN DE LA MEZCLA DE ACEITE Y AGUA

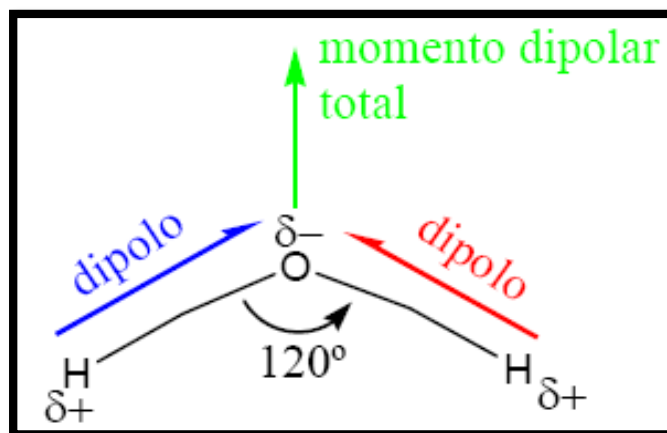


IMAGEN 1: MOLÉCULA DE AGUA CON LOS DIPOLOS CORRESPONDIENTES Y SU MOMENTO DIPOLAR
FUENTE: <http://www.elergonomista.com/galenica/comp.htm>

Es un hecho que aceite y agua no se mezclan, una vez que se juntan en un mismo recipiente, por más que se incremente la agitación, temperatura u otra variable, después de un momento estas dos sustancias tienden a separarse y formar dos fases.

Para entender el comportamiento tan específico que tienen el aceite y el agua hay que tener claro las características específicas que tienen cada uno que hacen que éstos no se puedan mezclar, de este modo por un lado nos encontramos con el aceite que es un líquido apolar, es decir “un líquido cuyas moléculas no tienen momento dipolar permanente, esto es una carga positiva por un lado y una carga negativa por el otro”. (66) Como base para la química de las soluciones se tiene como regla general que sólo lo polar es soluble en lo polar (similar disuelve a similar) y que lo apolar es soluble sólo en lo apolar.

1.3.1 ¿CÓMO LOGRAR QUE UNA SUSTANCIA APOLAR SE DISUELVA EN UNA POLAR (O VICEVERSA)?

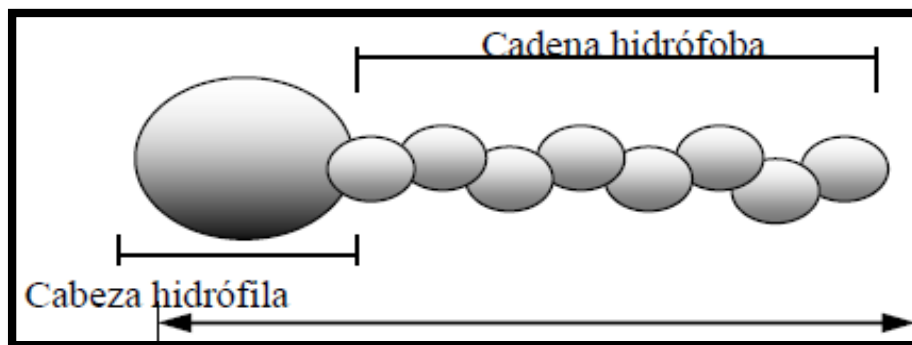


IMAGEN 2: ESTRUCTURA TÍPICA DE UNA MOLÉCULA DE AGENTE TENSIOACTIVO.
FUENTE: <http://www.elergonomista.com/galenica/comp.htm>

Partiendo de soluciones cuyas partículas de aceite son las que se intentan disolver en el agua, hay que tomar en cuenta que en la solución se encuentra una menor cantidad de aceite que de agua. Para poder formar esta solución, las partículas de aceite deben transformarse al menor tamaño posible para poder distribuir las en el agua de tal manera que no se puedan juntar entre ellas y de este modo formar una fase oleosa que se separe de la acuosa. (21).

El tamaño tan pequeño de las partículas se puede lograr introduciendo la energía mecánica necesaria y utilizando el tipo de agitador correcto, sin embargo para controlar la estabilización de estas partículas para que no calezcan se necesita una sustancia que pueda rodear la partícula de aceite de manera que ésta no quede en contacto directo con el agua haciendo que la repulsión entre el líquido polar y el apolar disminuya (reducción de la fuerza o tensión interfacial), logrando que la partícula quede más estable. (66)

La sustancia que rodea a la partícula de aceite tiene que tener una característica muy importante y es que no sólo debe ser afín con el aceite (hidrófoba) sino que también debe ser afín con el agua (hidrófila). (8) Las soluciones de aceite en agua (o de agua en aceite) son las conocidas emulsiones y las sustancias que se agregan a las emulsiones, que son las encargadas de estabilizar las partículas de aceite en el agua son los emulgentes. (14)

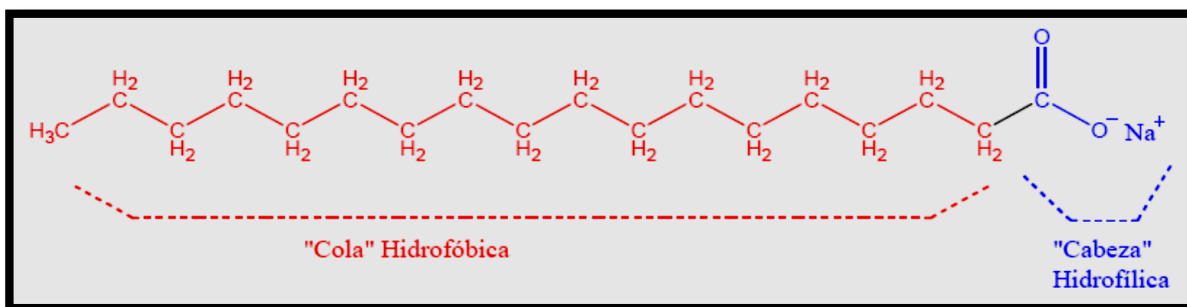


IMAGEN 3: EMULGENTE (ESTEARATO DE SODIO)
FUENTE: Revista Iberoamericana de Polímeros (ARANBERRY ET AL.)

El mecanismo de acción de los emulsionantes es por adsorción en la interfase, sin embargo conviene establecer la diferencia entre “absorción (implica el paso hacia el interior del material que absorbe) y adsorción (se refiere a la adherencia a la superficie que absorbe)”, de este modo el emulsionante se adhiere mediante la cadena hidrofóbica a la superficie de la partícula de aceite dejando la cabeza hacia afuera en el ambiente acuoso. Esta distribución permite la formación de la emulsión. (36)

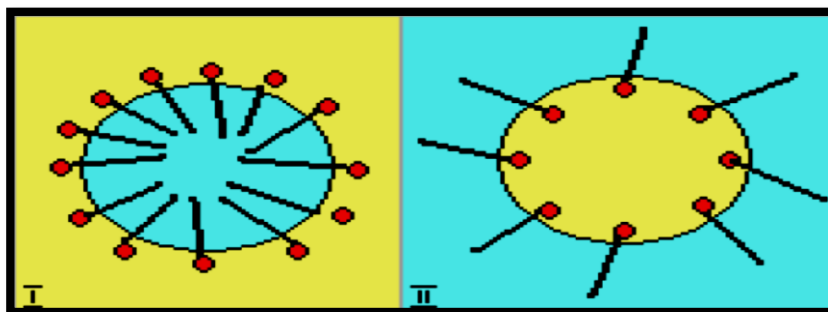


IMAGEN 4: ORDENAMIENTO Y FIJACIÓN DE TENSOACTIVOS A LA INTERFASE AGUA-ACEITE PARA LOS CASOS. I.-PARTÍCULA DE AGUA EN ACEITE, II.- PARTÍCULA DE ACEITE EN AGUA.

FUENTE: <http://www.textoscientificos.com/emulsiones/elaboracion>

1.3.2 EMULSIÓN.

Según el diccionario de ingredientes cosméticos una emulsión es una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, como pueden ser ingredientes que se disuelven en agua (acuosos o hidrófilos) y en aceite (oleosos o lipófilos).

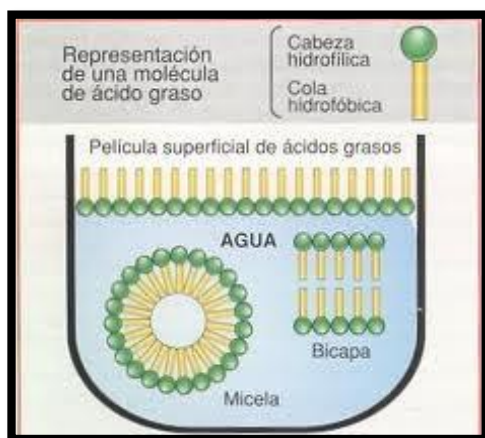


IMAGEN 5 : EMULSIÓN LIPOFÍLICA
FUENTE: <http://www.um.es/molecula/lipi01.htm>

El diámetro de las partículas dispersas en las emulsiones varía entre $0,1 \mu$ y 10μ , pero algunas veces pueden llegar a ser tan pequeñas como $0,01 \mu$ y tan grandes como de 50 a 100μ . (32) Debido a lo mencionado anteriormente una emulsión es un sistema termodinámicamente inestable y la llamada “estabilidad de la emulsión” se puede lograr únicamente de forma cinética. (30)

1.3.2.1 EMULSIONANTE

Es un compuesto que disminuye la tensión interfacial y forma una película en la interfase. Este tipo de compuestos se usan para promover la emulsificación durante la manufactura. Para controlar la estabilidad durante la vida de anaquel del producto. Tienen dos funciones generales: a) Reducir la tensión entre los líquidos a ser emulsificados y b) Prevenir la coalescencia de las gotas dispersas. (28)

Existen muchos tipos de agentes emulsionantes, sin embargo la mayoría de ellos consisten de moléculas que contienen una mezcla de grupos polares y no polares. (29)

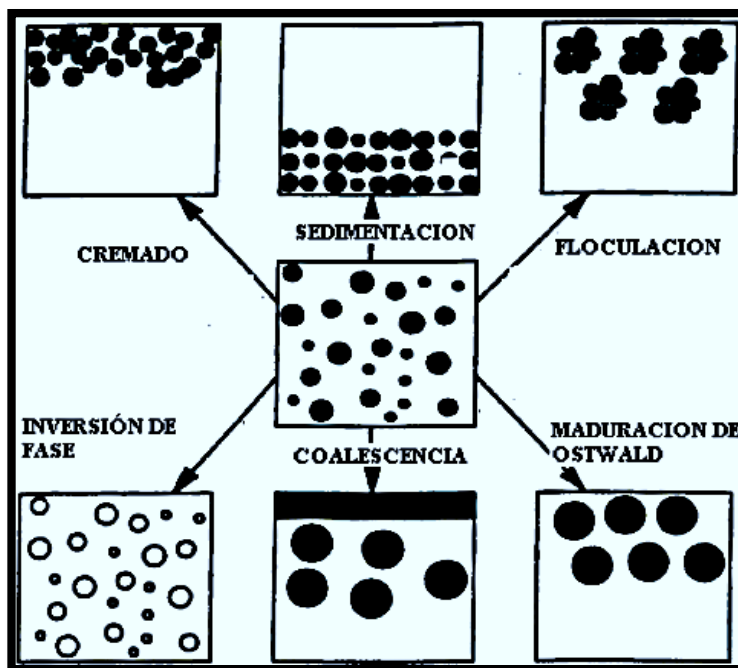


IMAGEN 6: MECANISMOS DE DESESTABILIZACIÓN EN UNA EMULSIÓN (TADROS, 2004)
FUENTE: <http://patentados.com/invento/emulsionantes.html>

En una emulsión un agente emulsionante se absorbe en la interfase entre las fases y disminuye la tensión interfacial. Las moléculas absorbidas se orientan en la interfase de manera que las moléculas no polares apuntan hacia la fase oleosa y las polares hacia la fase acuosa. De tal manera se forma una capa de agente emulsionante en la interfase. (30)

Esta capa de emulsionante actúa como un recubrimiento protectorio de las gotas de la fase interna, previniendo que se calezcan bajo la influencia de la tensión interfacial. La fase en la que el agente emulsionante es más soluble, como una regla general, tiende a volverse la fase externa. (31)

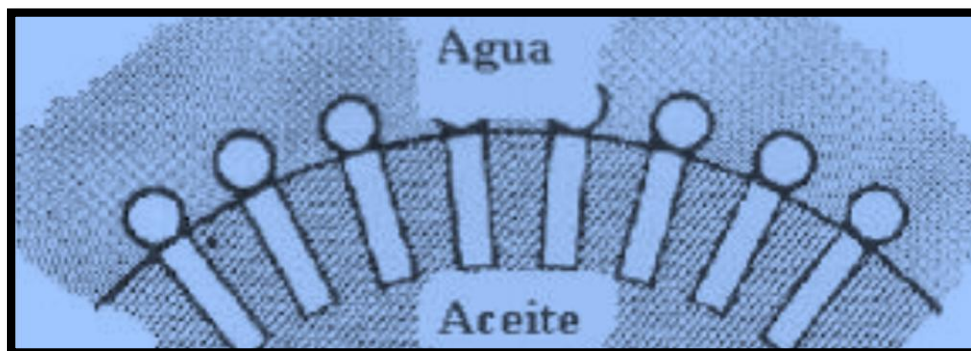


IMAGEN 7: ORIENTACIÓN DE TENSOACTIVO EN LA INTERFASE
FUENTE: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

1.3.2.2 AGENTE EMULSIVO

Llamado también emulgente o emulsionante, se trata de una sustancia que se suele agregar a una de las fases para facilitar la formación de una dispersión estable (35), es decir es una sustancia que estabiliza una emulsión, frecuentemente un surfactante (sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases), constan de una cabeza polar (hidrófila) y una cola apolar (lipófila). (34)

1.3.3 TIPOS DE EMULSIONES Y CARACTERIZACIÓN DE EMULSIONANTES.

Hoy en día se conocen cientos de emulsionantes a nivel mundial, cada industria o laboratorio tiene sus propias preferencias con respecto a que emulsionante utilizar y cuándo utilizarlo. No existe una sola manera de clasificar los emulsificantes pero en general y arbitrariamente se encuentran tres grandes grupos: (35) (38)

1.3.3.1 MATERIALES ACTIVOS A NIVEL DE SUPERFICIE:

Este grupo incluye a los principales emulgentes a nivel industrial. Dentro de este grupo se encuentran 5 “sub-grupos” que son:

- EMULGENTES ANIÓNICOS (el extremo hidrofílico es un anión).- Tienen carga negativa: Son emulsificantes que en disolución acuosa se disolverán en iones orgánicos grasos con carga negativa (35). Dan lugar a la formación de jabones comunes y sintéticos, detergentes, humectantes y espumantes. Ejemplo de ello es el lauril sulfato.

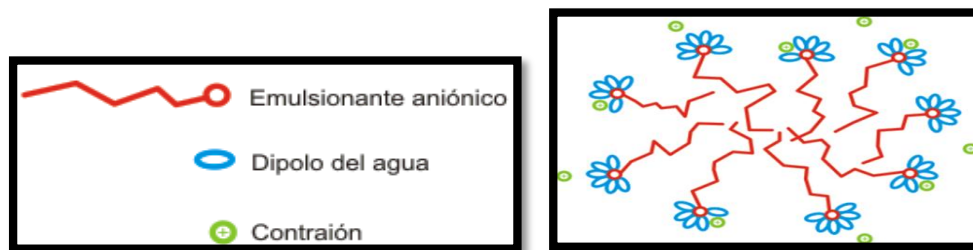


IMAGEN 8: REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UNA MICELA ANIÓNICA ESFÉRICA.
FUENTE: <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polimerizacion-emulsion/emulsionantes>

- EMULGENTES CATIONICOS (el extremo hidrofílico es catiónico).- Tienen carga positiva: Son aquellos que en solución acuosa forman iones orgánicos grasos con carga positiva e iones sencillos que son inorgánicos y con carácter no metálico. Son incompatibles con los aniónicos, ya que se rompería la emulsión (36).
- EMULGENTES NO IÓNICOS (el extremo hidrofílico no está cargado pero sí polarizado): En solución acuosa no se ioniza (35). Son compatibles con todos los grupos.
- EMULGENTES AMFOLÍTICOS (el extremo hidrofílico se encuentra cargado positiva y negativamente): En disolución acuosa se disocian en función del pH del medio. Si el medio es alcalino actúa como aniónico de manera que aunque no tengan incompatibilidad en el momento de preparar la emulsión si la tienen in situ, en el lugar de acción (36). Si el medio es ácido son cationicos.

1.3.3.2 MATERIALES NATURALES:

Los emulsionantes como materiales naturales son los que se obtiene directamente de la naturaleza y, generalmente, no es necesario hacerle algún tipo de cambio estructural. Estos emulgentes por sí solos no son muy buenos, pero en mezclas con otros emulgentes aumentan su efectividad, por lo que también se llaman emulsionante auxiliares. Los emulgentes naturales tienden a aumentar la viscosidad de las emulsiones. (33)

1.3.3.3 SOLIDOS FINAMENTE DIVIDIDOS:

En este caso se considera que cualquier sólido lo suficientemente insoluble y finamente dividido entra en este grupo. Sin embargo son muy pocos los que en realidad se utilizan como emulgentes. Son emulgentes las sales básicas de los metales y sílice en polvo entre otros. (37)

1.3.4 HLB (HYDROPHILE-LIPOPHILE BALANCE)

Actualmente se conoce un sistema para seleccionar emulgentes, es el sistema HLB tiene dos grandes propósitos, ayudar a elegir el emulgente correcto para un sistema aceite/agua y permite asignar un número entre 0 y 20 a los componentes de la emulsión para relacionarlos a los distintos emulgentes y así hacer fácil la elección del emulgente. (18) Es un valor que indica la solubilidad en agua o aceite de un emulsificante, y por lo tanto indica que emulsión se tendera a formar. La escala original del HLB va de 1 a 20, aunque algunos emulsionantes tienen valores mayores. El valor de HLB es quizás el criterio más empleado para clasificar y emplear emulsificantes; aquellos con HLB bajos (menor a 8) muestran mayor solubilidad en aceite y son por ello más efectivos para preparar emulsiones W/O; por el contrario, los emulsificantes con HLB alto (mayor a 14) son más solubles en agua y por lo tanto se recomiendan para preparar emulsiones O/W. (1) (3)

Tabla 1: CORRELACIÓN EXISTENTE ENTRE EL HLB REQUERIDO Y LOS USOS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE EMULSIONES.

HLB	APLICACIÓN
1-3	Antiespumantes
3-6	Emulgentes A/O
7-9	Humectantes
10-19	Emulgentes O/A
12-15	Detergentes
15-19	Solubilizan téis

FUENTE: <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/aranberri.pdf>

De modo general, las mezclas de emulsionantes se recomiendan para emulsiones más fluidas o de menor viscosidad. Mientras más gruesa o viscosa se hace la emulsión menos se recomienda una mezcla porque con la mezcla se puede bajar el HLB a un valor mucho menor del necesario. Se buscan HLB de valor bajo porque en emulsiones muy viscosas se usa exceso de emulgente lipofílico pues la viscosidad alta generalmente la da el aceite (3). Una ecuación general para determinar el HLB de una mezcla entre dos emulgentes (A y B) es: (13)

$$\begin{aligned} \text{HLB Mezcla} = & (\% \text{EmulgenteA} \times \text{HLB EmulgenteA}) \\ & + (\% \text{EmulgenteB} \times \text{HLB EmulgenteB}) \end{aligned}$$

Las mejores mezclas de emulgentes son aquellas en que hay un emulgente lipofílico y otro emulgente hidrofílico. Así como cada emulgente tiene su propio HLB, cada sustancia que se puede usar para crear una emulsión tiene un HLB requerido, que es el HLB que debería tener el emulgente para poder emulsionar esa sustancia. (28)

Esto no quiere decir que cualquier emulgente con ese HLB funcione para esa sustancia, sino que también hay que considerar la estructura química tanto del emulgente como los de las sustancias que se van a incorporar en la emulsión. (8) Sin embargo, el parámetro más importante a la hora de elegir un emulgente o mezcla de emulgentes es el HLB.

En el caso de emulgentes iónicos hay que considerar que aunque la proporción relativa de la parte hidrofílica es baja, la ionización hace que la molécula en sí sea más hidrofílica, por lo que hay que considerar que los emulgentes aniónicos tienden a precipitar con agua dura pues ésta trae iones Ca^{2+} . (30)

Y por otro lado, los catiónicos son sensibles al pH. Los emulgentes dependen de su número de HLB intermedio que son los que se utilizan como emulgentes de HLB entre 4 y 7 tienen más afinidad por el aceite y tienden a formar emulsiones W/O y los de HLB entre 8 y 18 tienen preferencia por el agua emulsiones, O/W. (26)

1.3.5 COMPONENTES DE UNA EMULSIÓN:

1.3.5.1 COMPONENTES PRINCIPALES

A) FASES:

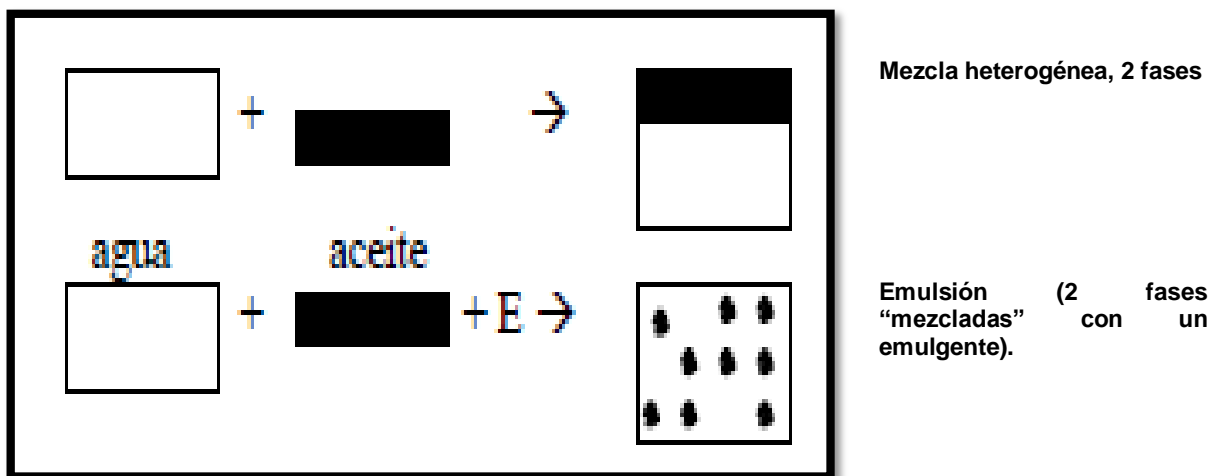
Tabla 2: TIPOS DE EMULSIONES SEGÚN FASE INTERNA Y FASE EXTERNA

EMULSIONES	FASE INTERNA (dispersa o discontinua)	FASE EXTERNA (dispersante o continua)
O/W	Oleosa	Acuosa
W/O	Acuosa	Oleosa
S/W	Silicona	Acuosa
W/S	Acuosa	Silicona
EMULSIONES MÚLTIPLES		
O/W/O	Tipo aceite/agua/aceite: las gotas de agua (W) de la fase interna contienen a su vez pequeñas gotas de aceite(O)	
W/O/W	Tipo agua/aceite/agua: las gotas de aceite (O) de la fase interna contienen a su vez pequeñas gotas de agua (W)	

FUENTE: DICCIONARIO DE COSMÉTICA SUPERIOR

La letra O significa fase oleosa (oil = aceite) y la letra A fase acuosa (agua) que también puede aparecer como W. Primero se escribe la fase interna o menos abundante, luego se pone una raya quebrada y a continuación la fase externa o más abundante. (37) Las fases pueden nombrarse con varios términos:

- Fase externa / continua / dispersante. Las emulsiones con fase externa oleosa se llaman cremas de noche por ser muy grasas
- Fase interna / discontinua / dispersa.- Se encuentra en forma de microscópicas —gotitas dentro de la fase externa. Esta emulsión sería bifásica (la más corriente) pero existen trifásicas. Ej.: A/O/A (37).



B) **EMULGENTE:** Disminuye la tensión superficial si es formador y aumenta la viscosidad si es estabilizador. (38) El emulgente forma una tercera fase que se sitúa entre las dos fases que forman la emulsión. Esta tercera fase establece una tensión entre el emulgente O y el emulgente A. El emulgente quedará retenido en aquella fase con mayor afinidad generada por existir una menor tensión interfacial. (37)

1.3.5.2 COMPONENTES OPTATIVOS

- a) **MODIFICADORES DE PH:** El pH nos indica el grado de acidez de una sustancia, es decir la concentración de iones de H^+ en una solución acuosa, también se expresa a menudo en términos de concentración de iones hidronios. La escala del pH, va desde 0 a 14. El valor 7 es neutro, por debajo del 7 son los productos ácidos y por encima del 7 los básicos. Los valores de los extremos de la escala, son productos peligrosos, ya que son ácidos o bases fuertes. Los reguladores de pH se usan para controlar el valor pH de diferentes elementos y pueden, según el valor de medición, introducir soluciones ácidas o alcalinas para mantener los valores dentro de un límite. (13)
- b) **SECUESTRADORES DE IONES:** La presencia de iones metálicos extraños causa problemas debido a que pueden tener efectos adversos en la calidad del producto. Para reducir al mínimo la cantidad de ion metálico libre se utilizan agentes quelatantes del mismo tipo de los usados en química analítica, que también se conocen como agentes secuestrantes. Los iones metálicos pueden ser nocivos e interfieren en la estabilidad de grasas y aceites (al catalizar su oxidación). (37)
- c) **LOS POLIFOSFATOS:** Son ampliamente utilizados como aditivos en jabones y detergentes por su capacidad de formar complejos hidrosolubles con iones como el calcio y el magnesio. La principal desventaja de los polifosfatos es su tendencia a sufrir hidrólisis o reversión, dando ortofosfato, lo cual disminuye su capacidad de formación de quelatos. (3)
- d) **LOS ÁCIDOS HIDROXICARBOXÍLICOS:** Los ácidos hidroxicarboxílicos más usados industrialmente son los ácidos glicónico y cítrico, y en menor grado, el tartárico y el sacárico. Sin embargo, a pH superiores los primeros se ionizan produciendo los aniones que son mejores ligantes que los ácidos. (38)
- e) **EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE METALES:** La extracción y purificación de metales de los minerales puede hacerse por procesos hidrometalúrgicos y por extracción con solventes quelatantes. (35)

f) **MODIFICADORES DE LA VISCOSIDAD.-** La viscosidad de la fase externa actúa de freno para que las gotas de la fase externa tengan esos movimientos ascendentes y descendentes impidiendo que se junten las partículas. Se trata de intentar conseguir que el medio dispersante sea un medio viscoso, habrá que añadir un modificador de la viscosidad. (37) No todas las emulsiones son viscosas pero se intenta hacerlas viscosas para aumentar la estabilidad. Es importante la presencia de los emulgentes estabilizadores y también que a mayor viscosidad aumenta la estabilidad de la emulsión, pero hay que tener en cuenta otros factores ya que la estabilidad no se debe solo a la viscosidad. (38)

1.3.6 PROPIEDADES FÍSICAS Y EVALUACIÓN DE EMULSIONANTES.

El emulsificante debe ser inocuo, no debe modificar la velocidad de absorción ni la vía de absorción y debe ser compatible con otros componentes, deben ser inocuos para el organismo (el lauril sulfato sódico es irritante de mucosas en caso de uso prolongado) (73). Debe actuar en proporción no superior al 10% de la formulación, no se puede añadir el emulgente en la cantidad que quiera, debe ser soluble a igual temperatura en las dos fases: O y A; tiene que responder en función de sus características de formadores o estabilizadores. (74) Debe ser compatible con la zona donde va actuar la preparación. Es por ello necesario conocer las características aniónicas y catiónicas del emulgente y principio activo así como demás componentes de la formulación. (75)

Para elegir el emulsionante se requiere conocer las características físico-químicas de los componentes de la fase externa e interna. El resto de componentes deben ser compatibles en todo caso. En ocasiones se recurre a una mezcla de emulgentes (36). De modo general se indica que para evaluar un emulsionante debe cumplir las siguientes propiedades:

- **SOLUBILIDAD:** Lo ideal es que la solubilidad en ambas fases de la emulsión (oleosa y acuosa) sea de un orden similar, entonces para generar cambios en las propiedades de la interfase y/o cambiar las propiedades internas de las fases constituyentes, el emulsionante

debe ser soluble y además distorsionar las fases; es decir debe ser soluble pero no demasiado compatible con las fases líquidas (13)

- **ESFUMACIÓN:** Otra propiedad interesante de las emulsiones es la capacidad de formar o no espuma. La cantidad de espuma, normalmente medida en términos de “altura de espuma” debido a que se utilizan sistemas tubulares para determinar la eficiencia en su formación, pasa por un máximo con incremento del largo de cadena alquílica correspondiente a la parte hidrofóbica de la molécula de emulsionante. Además, disminuye si el grupo apolar comienza a ser ramificado o insaturado. (14) Por otra parte, se ha demostrado que la facilidad para formar espuma disminuye en forma considerable por cualquier factor que induzca un aumento de superficie cubierta por el emulsionante en la superficie. (28) Los emulsionantes iónicos son mejores espumantes que los no-iónicos debido a la alta estabilidad que entregarían las cabezas polares a través de la repulsión electrostática entre los dos lados del film de la espuma. (31)

- **ESTABILIZACIÓN.** Es la más importante cualidad que deben reunir las emulsiones de uso cosmético y farmacéutico, una vez que han sido preparadas (34). En una emulsión farmacéutica, la estabilidad viene caracterizada por la ausencia de coalescencia de la fase interna y de la formación de crema, junto con el mantenimiento de su buen aspecto, color, olor y otras propiedades físicas. (32) Sin embargo, como una emulsión es un sistema dinámico, la floculación y la subsiguiente formación de crema representa un paso previo hacia la completa coalescencia de la fase interna. (33)

- **ACCIÓN MECÁNICA:** Para interponer una sustancia en otra se precisa de una fuerza exterior que se aplica normalmente mediante agitación. Con ello se pretende aumentar la superficie de contacto de las dos fases de forma que la fase discontinua quede finamente dividida en el seno de la fase continua, formándose un sistema homogéneo. (33)

- **ACCIÓN SOBRE LA ENERGÍA DE SUPERFICIE:** Las gotas en la emulsión además de estar sometidas a la fuerza de la gravedad y a una inercia estática que las separa y hace que dos líquidos inmiscibles estén separados, están sometidas a una energía de superficie

(31) Para que las dos fases se unan hay que vencer esa energía de superficie bien agitando (mecánicamente) o bien con un tensioactivo (este disminuirá la tensión superficial). (32)

- **TENSIÓN SUPERFICIAL:** Es lo que hay que vencer para que dos líquidos inmiscibles se hagan miscibles. No se mezclan porque hay una repulsión entre ellas al mezclarse por la existencia de una tensión interfacial. Al agitar se pretende aumentar la superficie de contacto de la fase externa con la fase interna. Esta superficie de contacto se puede aumentar, bien aumentando la energía o bien disminuyendo la tensión superficial. La tensión superficial se consigue disminuir añadiendo un tensioactivo. (38)

1.3.7 PREPARACIÓN DE UNA EMULSIÓN.

1.3.7.1 EMULSIONES AGUA/ ACEITE: Cuando hablamos de emulsiones de agua en aceite (muy frecuentes), influye en gran medida el volumen de cada fase, así como el tipo de emulsificador utilizado. Así, se suele aplicar una regla conocida con el nombre de “regla de Bancroft”, donde los emulsificadores, suelen tender a incrementar la dispersión de la fase en la cual no se suelen realizar una disolución óptima. (29) Un ejemplo clásico para este tipo de emulsiones, puede ser el caso de las proteínas, las cuales se disuelven fácilmente en agua, pero no en aceite, por lo cual tienen a formar emulsiones de aceite en el agua. El color que suelen tener las emulsiones, es el blanco. (36)

1.3.7.2 EMULSIONES ACEITE/AGUA: Se introduce en un recipiente la fase oleosa la cual es agitada. Dependiendo de la solubilidad de él (los) emulsionante (s) que serán utilizados, estos son adicionados a una de las dos fases. (30) Por ejemplo, si se utiliza morfolina para generar una sal proveniente de un ácido oleico o esteárico, la morfolina podrá ser adicionada en la fase acuosa y los aceites en la fase oleosa o se podrá también agregar la sal formada a la fase acuosa. Luego la fase acuosa se adiciona a la fase oleosa. (31)

En este caso el átomo de oxígeno establece dos dipolos (o enlace entre un átomo de carga negativa con uno de carga positiva), uno con cada átomo de hidrógeno. Aunque la magnitud de cada dipolo es el mismo, estos no se anulan puesto que la molécula de agua tiene una forma angular haciendo que los dipolos se sumen en forma de vectores para dar una polaridad definida para la molécula. (34)

En líneas generales se puede decir que el sistema tendrá que aumentar su viscosidad y por tanto la energía requerida por el sistema de agitación debido a un aumento, a veces significativo, de viscosidad. (38)

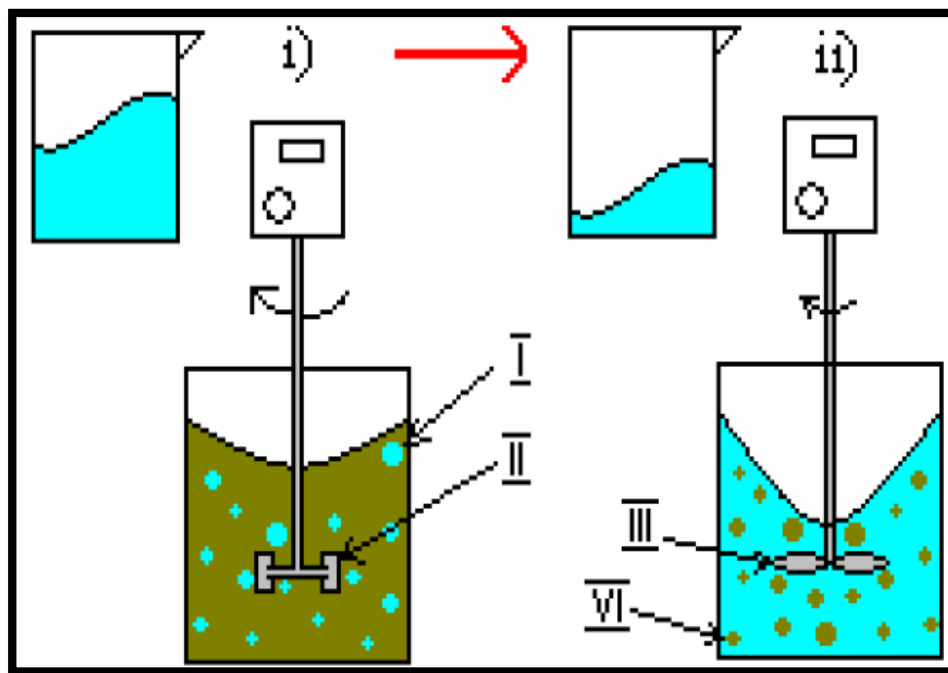


IMAGEN 9: i) PRIMERA ETAPA DE EMULSIFICACIÓN: LA FASE ACUOSA SE ADICIONA A LA FASE OLEOSA FORMANDO UNA DISPERSIÓN DE PARTÍCULAS ACUOSAS EN ACEITE (I). ESTE PROCESO SE REALIZA CON UNA AGITACIÓN FUERTE (EJ. UTILIZACIÓN DE DISPERSORES, II); ii) FASE TERMINAL DE LA EMULSIÓN, SE INVIERTEN LAS FASES FORMANDO UNA DISPERSIÓN DE LA FASE OLEOSA EN LA FASE ACUOSA (III). EN ESTE CASO LA AGITACIÓN ES SUAVE (EJ. PALETAS)

FUENTE: www.scribd.com/doc/17610461/TENSOACTIVOS-Y-EMULSIONES

1.3.7.3 EMULSIONES DOBLES: El concepto de emulsiones múltiples ha evolucionado hasta una perfección bastante alta de la búsqueda de propiedades específicas.

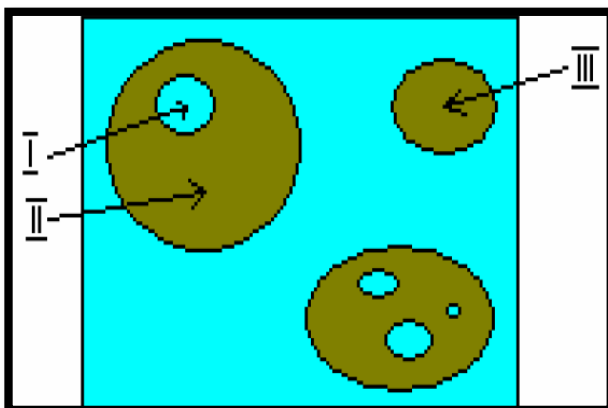


IMAGEN 10: ESQUEMA DEL TIPO DE PARTÍCULAS DISPERSAS QUE SE FORMAN EN EL CURSO DE LA PREPARACIÓN DE UNA EMULSIÓN SIMPLE: I) PARTÍCULA ACUOSA DISPERSA EN LA FASE OLEOSA Y, (II) A SU VEZ DISPERSO EN LA FASE ACUOSA, II) PARTÍCULA OLEOSA HOMOGÉNEA DISPERSA EN LA FASE ACUOSA.

FUENTE: www.scribd.com/doc/17610461/TENSOACTIVOS-Y-EMULSIONES

En este caso la idea básica es generar emulsiones que tengan emulsiones contenidas en ellas. Esto es, lograr lo que se aprecia en la figura pero en condiciones controladas para así generar tamaños de partículas uniformes y un comportamiento reológicamente similar, logrando que la visco elasticidad de la emulsión sea una constante en todo punto espacial de ella. (38)

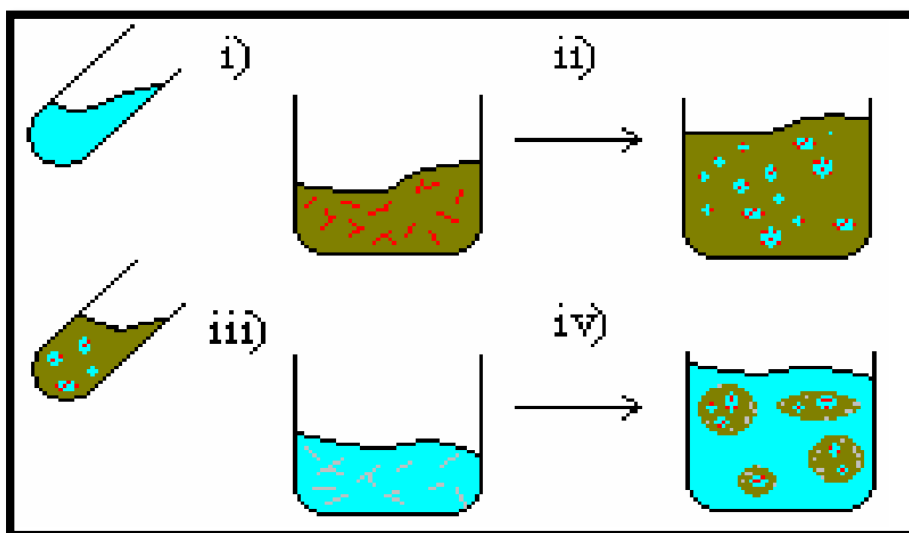


IMAGEN 11: i) ETAPA DONDE LA FASE ACUOSA ES ADICIONADA A LA FASE OLEOSA CON QUE CONTIENE EL TENSOACTIVO LIPOFÍLICO; ii) LUEGO DE UNA FUERTE AGITACIÓN SE FORMA LA EMULSIÓN W/O; iii) LA EMULSIÓN SE ADICIONA A UNA FASE ACUOSA QUE CONTIENE TENSOACTIVOS HIDROFÍLICOS; iv) LUEGO DE UN MEZCLADO SUAVE SE FORMA LA EMULSIÓN MÚLTIPLE W/O/W.

FUENTE: www.scribd.com/doc/17610461/TENSOACTIVOS-Y-EMULSIONES

Estas emulsiones son sistemas complejos denominados también como “emulsiones de emulsiones” en la cual gotas de un líquido disperso están a su vez dispersos en otro líquido. Si se considera en este caso una sola partícula dentro de otra partícula mayor, existen 2 interfases por lo que al menos se utilizaran dos tipos (o sistemas) de emulgentes. El tipo de emulsiones más frecuentemente utilizadas son del tipo W/O/W. (28) La preparación de una emulsión del tipo W/O/W incluye la utilización para la interfase mas interna un emulgente más bien hidrofóbico (O/W) mientras para la fase externa será usual utilizar un emulgente hidrofílico (W/(O/W)). (30)

1.3.8 TEORÍA DE LAS EMULSIONES

En una misma emulsión, el tamaño de las partículas dispersas no es el mismo para todas es decir, la emulsión no tiene una fase uniformemente dispersada pues las partículas se acomodan de distinta manera ya que tienen distintos tamaños generando una distribución. (29) Aun teniendo varios tamaños distintos de partículas, que hace necesario hablar de un solo tamaño de partícula dispersa en la emulsión por lo que se puede determinar un promedio del tamaño de las partículas. Este promedio puede ser usado para describir y caracterizar las distintas emulsiones. (33) La mejor manera de obtener este promedio es mediante una función matemática continua. (37)

$$\frac{dn}{dx} \frac{100}{N} = 100/6 \frac{e^{a/x}}{\left(1 + a/X + a^2/2X^2 + a^3/6X^3\right)} \frac{a^4}{x^5} e^{-a/x}$$

Donde:

n es el número de partículas de diámetro x,

N es el número total de partículas,

a y X son constantes de las cuáles X representa el diámetro de la partícula más grande.

1.3.8.1 EFICACIA DE UN EMULSIFICANTE EN LA ESTABILIDAD.

La eficacia de un emulsionante depende, entre otros factores como el modo de agitación y de su intensidad y la forma en que el emulsionante ha sido introducido. El papel de la agitación es ante todo de dividir las dos fases, de tal forma que una de las fases se convierta en pequeñas gotículas. La energía mecánica necesaria que hay que aplicar en esta operación es tanto menor, cuanto la tensión interfacial sea más pequeña. (8)

Los emulsionantes pueden seleccionarse según el tipo de emulsión: los hidrófilos para emulsiones aceite agua; ejemplo de ellos son compuestos polares con una cadena polar ó más complejos como gomas, almidones y proteínas. (29) Los lipófilos servirán para emulsiones agua-aceite La fase en la que el tensoactivo es preferentemente soluble, es la fase continúa (regla de Bancroft). (28)

La eficacia de un emulsionante puede determinarse por un ensayo sobre una mezcla patrón, agua-aceite siguiendo una técnica definida y observando las propiedades de la emulsión formada. (30) Normalmente se mide la estabilidad y se determina la dimensión de partícula y su repartición; esta última característica puede ser determinada indirectamente midiendo la turbidez de la emulsión. (28)

Para agitar emulsiones viscosas que contienen gran proporción de sólidos, geles jabonosos, sustancias resinosas, etc., es más eficiente un agitador mecánico de paletas giratorias o de áncora. (31) El agitador planetario fue inventado para emulsiones de gran viscosidad, como los que se hacen en la industria de comestibles. Agitación por medio de hélice: una o más hélices montadas sobre un eje en un tanque mezclador. Se utiliza para emulsiones de viscosidad reducida o mediana. (32).

1.3.9 USO DE EMULSIONANTES

Una ventaja relacionada al uso de emulsiones es que permiten la dilución de ingredientes activos a una concentración óptima en un producto determinado. Por ejemplo, en productos acondicionadores del cabello los aceites y otros agentes de acondicionamiento empleados dejaría el pelo lacio y pegajoso si se aplica directamente, pero con la adición de un emulsiónate se logra el efecto deseado de este producto y es así que a través de una emulsificación, los componentes del shampoo se pueden diluir a un nivel apropiado, se deposita en el cabello y no genera efectos secundarios negativos. (38) Las emulsiones se utilizan comúnmente en muchas industrias químicas principales.

- En la industria farmacéutica, para hacer medicamentos más aceptables, mejorando la eficacia mediante el control de dosificación de los ingredientes activos, y para proporcionar una estética mejorada en el caso de medicamentos tópicos tales como pomadas, las emulsiones no iónicas son los más populares debido a su baja toxicidad, pues se pueden usar directamente en el cuerpo, y la compatibilidad con muchos ingredientes de drogas; sin embargo las emulsiones catiónicas también se utilizan en ciertos productos, debido a sus propiedades antimicrobianas. (29)
- También suelen usarse en los productos limpiadores (shampoo, geles de ducha) que cumplen un papel como agentes de limpieza: disolviendo la grasa de la superficie de la piel. Son estos productos los que provocan la formación de espuma. Los emulsionantes de origen natural, o transformados por procedimientos sencillos como la esterificación, se consideran ecológicos y aceptables para la elaboración de cosméticos biológicos. (33)
- En el sector agrícola, se utilizan como vehículos de entrega de los insecticidas, fungicidas y pesticidas, que se deben aplicar a los cultivos a niveles muy bajos, generalmente por pulverización a través de equipo mecánico; las emulsiones no iónicas se usan a menudo en esta área, debido a sus propiedades de baja espumación y la falta de interacción con agentes biocidas que transportan. (34)

- En los cosméticos, las emulsiones son el vehículo de entrega para el pelo y muchos agentes acondicionadores de la piel, para este caso se utilizan las emulsiones aniónicas y no iónicas para mezclar diversos aceites y ceras que proporcionan hidratación, suavidad y suavidad al cabello y la piel. En cambio las emulsiones catiónicas son agentes efectivos de acondicionamiento, ya que su carga positiva es atraída por los sitios negativos sobre el cabello, lo que les permite resistir enjuagar. (33)
- Muchas pinturas y tintas están basadas en emulsiones pues se tratan de dispersiones líquido-líquido. Las dispersiones son similares a las emulsiones, y la tecnología misma ha permitido la formulación de emulsiones para pinturas y tintas. (35)

1.3.10 MECANISMO:

Para formar emulsiones cinéticamente estables durante un periodo razonable de tiempo (semanas, meses o años, dependiendo de la aplicación) se requieren emulsionantes con objeto de disminuir la tensión interfacial. Los emulsionantes iónicos se orientan en la interfase con los restos alquilo inmersos en las gotas de aceite y los grupos cargados orientados hacia la fase acuosa, formando una doble capa electrostática que impide la agregación de las gotículas de aceite. (36)

En cambio los emulsionantes no iónicos se adsorben en la superficie de las gotas de aceite con la parte más polar orientada hacia la fase acuosa, formándose una capa hidratada alrededor que ayuda a la estabilización y evita la coalescencia de las gotas. Básicamente el mecanismo es (30):

- a) Emulsionar el solvente o aceite que se encuentra en la capa superior del agua flotando.
- b) El emulsionante debe además tener la propiedad de bajar la tensión superficial para lograr la precipitación del deshecho al fondo.

- c) El proceso de emulsión hace que el solvente emulsionado en el mar o lago tenga una dilución infinita ya que cuando no tiene emulsionante este puede contaminar plantas y animales pero una vez emulsionado la grasa o solvente se dispersa entre todo el volumen de agua y su efecto es imperceptible.

1.4 TEXAPÓN

El Lauril Éter Sulfato de Sodio (SLES) es un agente surfactante aniónico empleado en una variedad de formulaciones cosméticas y farmacéuticas no parenterales. Es un detergente y agente humectante, efectivo en soluciones ácidas y alcalinas y en aguas duras. Es usado en shampoos medicados, como limpiador de la piel y en dentífricos. (72)

Las sales del Lauril Sulfato han sido usadas por sus propiedades surfactantes. Esto incluye a sales de Lauril Sulfato de mono-, di-, y tri-etanolamina, Lauril Sulfato de Magnesio y de Amonio. Surfactantes similares incluyen el Éter de Lauril Sulfato de Sodio y Alquil Sulfoacetato de Sodio como el Lauril Sulfoacetato de Sodio. (73)

1.4.1 INCOMPATIBILIDADES DEL SLES

El SLES interactúa con surfactantes catiónicos como Cetrimida resultando en una pérdida de actividad aún en concentraciones demasiado bajas para causar precipitación. Es también incompatible con sales de iones metálicos polivalentes (ej. Aluminio, Plomo, Estaño o Zinc) y con ácidos de pH por debajo de 2,5. No es afectado por aguas duras a causa de la solubilidad de las sales de calcio y magnesio. Las soluciones de SLS (pH 9,5-10,0) son levemente corrosivas para acero, cobre, bronce, aluminio, entre otros. (73)

Algunas evidencias muestran que el SLES puede causar irritación en la piel. De la misma forma el Lauril sulfato de sodio (abreviado SLS) que es un agente surfactante aniónico empleado en una variedad de formulaciones. (74) Y según investigaciones es absorbido rápidamente por ojos, cerebro, corazón e hígado y a lo largo puede provocar daños. (73)

Tabla 3: INFORMACIÓN BÁSICA DEL SLES

SECCIÓN	Tensioactivos	<p>LAURIL ÉTER SULFATO SÓDICO</p> <chem>CCCCCCCCCCCCOCCOS(=O)(=O)[O-]</chem>
TIPO	Aniónico	
FAMILIA	Ésteres del ácido sulfúrico y sus sales	
SUBFAMILIA	Alquil éter sulfatos	
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS		
COMPOSICIÓN	Lauril éter sulfato sódico	
ASPECTO	Dependiendo de su concentración, varía desde un líquido amarillento hasta una pasta	
DATOS	Concentración de sustancia activa	27-30 %
É	Cloruro sódico	Máx. 0.1%
C	Sulfato sódico	Máx. 0.5
N	Valor de pH	6.4 - 7.5
I	Viscosidad a 20 °C	Máx. 200 Cp.
C	Punto de enturbiamiento	Inf. a 0%
O	Densidad a 20 °C	aprox. 1.05 g/cc
S		

FUENTE: <http://www.fcq.unc.edu.ar/cime/laurilsulfato.htm>

1.4.2 PROPIEDADES (73)

- Este producto presenta una notable insensibilidad frente a los endurecedores del agua e incluso a bajas temperaturas es capaz de desarrollar todo su poder espumante.
- Su alta compatibilidad con la piel y su capacidad humectante y emulsionante, hacen que sea una de las materias primas más usadas en cosmética. A estas propiedades hay que sumarle su ligero olor que permite que sea perfumado sin ningún problema.

- En cuanto a su coloración, si se presenta en forma de pasta es levemente turbio, pero una vez diluido toma un aspecto claro más o menos transparente según el grado de impurezas; esto permite que también sea fácilmente coloreado.
- Se suele combinar con alcanolamidas de ácidos grasos para sobre engrasar y espesar el producto. Una manera de aumentar la viscosidad de estos compuestos es mediante la adición de sal común (cloruro sódico).
- El lauril éter sulfato sódico se puede mezclar con un gran número de sustancias detergentes, en cualquier proporción, y también con otros principios activos y aditivos especiales.

1.4.3 APLICACIONES (73)

- El lauril éter sulfato sódico es una excelente sustancia para la preparación de champús y geles de baño.
- Debido a la gran calidad detergente y de limpieza se puede emplear en la industria químico-técnica para la elaboración de agentes enjuagantes y de limpieza de líquidos.

1.5 DEHYQUART

Las cremas de peinar son preparaciones semisólidas, con diferentes grados de viscosidad a temperatura ambiente, destinadas a ser aplicadas sobre la piel, donde han de esparcirse con facilidad. (3)

Para formar esta emulsión el emulsionante idóneo es el Dehyquart, que permite la elaboración de una de las más clásicas formas cosméticas, que posee una similitud de composición con el manto hidrolipídico que recubre el estrato córneo; esta circunstancia permite que se mezcle fácilmente con las secreciones fisiológicas que recubren, y en parte, protegen al epitelio. (72).

Tabla 4: INFORMACIÓN BÁSICA DEL CLORURO CETIL TRIMETIL AMONIO

SECCIÓN	Tensioactivos	<p>Cloruro cetil trimetil amonio</p>
TIPO	Catiónico	
FAMILIA	Cuaternarios	
SUBFAMILIA	Sales de tetra alquil amonio	
PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS		
COMPOSICIÓN	Cloruro cetil trimetil amonio	
ASPECTO	Líquido claro débilmente amarillo	
DATOS TÉCNICOS	Concentración de sustancia activa	aprox. 25%
	Disuelto en:	Agua
	Valor pH	aprox. 7
	Concentración de sustancia activa	aprox. 25%
	Disuelto en:	Agua
	Valor pH	aprox. 7
	Concentración de sustancia activa	aprox. 25%

FUENTE: <http://chemico.mx/DREAMWEAVER/TENSOACTIVOS.htm>

1.5.1 PROPIEDADES (66).

- El cloruro de cetil trimetil amonio posee un buen poder humectante y espumante así como excelentes propiedades emulsionantes.
- En soluciones neutras tiene un efecto bactericida aunque no tan potente como el benzalconio.

1.5.2 APLICACIONES (66).

- Se puede emplear en aquellos casos en los que además de buenas propiedades humectantes y emulsionantes se requiera cierto poder de unión con el cabello. Como es el caso de productos para el tratamiento posterior del cabello, o sea enjuagantes, regeneradores, fijadores y lociones capilares.
- A parte puede emplearse en preparados para el cuidado de la piel y desodorantes, actuando, entonces como inhibidores del olor y bactericidas.

1.6 QUINUA EN ECUADOR

Según la Redacción Sierra Centro del Diario el Comercio del día sábado 21 de julio del año 2012, hace 15 años, la quinua no era muy apetecida en las zonas rurales y urbanas de Chimborazo, y mucho menos del mundo. Pero cuando los indígenas aprendieron a elaborar galletas, pinol, barras energéticas, café, fideos, chocolates, el consumo mejoró en la región e incluso hoy se exportan 400 toneladas de quinua en grano a EE.UU., Alemania, Francia e Inglaterra. En los últimos años, el precio del quintal también mejoró de USD 60 a USD 90.

El cambio empezó en el 2000 cuando los productores de 90 comunidades de Colta, Guamote, Alausí y Riobamba decidieron unirse para impulsar este producto andino con el apoyo de la Fundación Escuelas Radiofónicas del Ecuador (ERPE) la quinua ha tenido gran auge para realizándose el proceso de lavado, secado y envasado en la planta de Sumak Life, situada en Los Helenes en Guano (22).



FOTOGRAFÍA 1: PLANTA DEL PROCESAMIENTO DE LA QUINUA SUMAK LIFE/ LOS HELENES/GUANO
FUENTE: Lilibiana Gunsha

1.6.1 QUINUA (*Chenopodium quinoa*) COMO MATERIA PRIMA PARA LA ELABORACIÓN DE UN EMULSIFICANTE NATURAL.

La Quinoa constituye un producto de excepcionales cualidades nutritivas, cuyo cultivo puede adaptarse muy fácilmente a las nuevas exigencias de los mercados por alimentos y cosméticos de origen orgánico. En el Ecuador, la producción de Quinoa, en orden de importancia, se da en Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Carchi y Tungurahua. Prospera bien en zonas entre 2200 a 3000 msnm, con suelos franco limosos o franco arcillosos, pH de 6.3 - 7.3 y buen drenaje. (4)

Tiene uso medicinal las hojas, tallos y granos, a los que se atribuyen propiedades cicatrizantes, desinflamantes, analgésicas contra el dolor de muelas, desinfectantes de la vías urinarias, se utiliza también en caso de fracturas, en hemorragias internas y como repelente de insectos.(5)

Una característica de este pequeño grano es el contenido de saponina (glucósido triterpenoide) que le confiere un sabor amargo; que se elimina fácilmente por lavado y fricción hasta que no se forme espuma. (4)

1.6.1.1 ORIGEN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) ha sido descrita por primera vez en sus aspectos botánicos por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, según Buskasov se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú (Cárdenas, 1944). (4)

1.6.1.2 TAXONOMÍA

La quinua es una planta de la familia Chenopodiácea, género *Chenopodium* que es el principal dentro de esta familia y tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies (Giusti, 1970). (6)

Tabla 5: TAXONOMÍA DE *Chenopodium quinoa*

Clase	Dicotiledóneas
Subclase	Angiospermas
Orden	Centropermales
Familia	Chenopodiácea
Género	<i>Chenopodium</i>
Sección	Chenopodia
Subsección	Cellulata
Especie	<i>Chenopodium Quinoa</i> Wild

FUENTE: <http://www.monografias.com/trabajos58/quinua/quinua2.shtml>

1.6.1.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

Es una planta anual herbácea de hasta 2 metros de altura. Se la denomina pseudocereal, porque botánicamente no pertenece a los cereales verdaderos como lo es el trigo, la cebada, maíz y arroz, pero debido a su contenido alto en almidón se lo conoce como un cereal. (5)

- **RAÍZ:** Es pivotante con muchas ramificaciones y alcanza una profundidad de hasta 60 cm
- **TALLO:** Posee un tallo principal con o sin ramas secundarias. Es de forma cilíndrica, a partir de las primeras ramas y termina en una inflorescencia. Alcanza una altura entre 50 y 250 cm.
- **HOJAS:** Son de formas variables, verdes, rojas o moradas. Son poliformes, es decir poseen diferentes formas de hojas en una misma planta.
- **FLORES:** Las flores son pequeñas y carecen de pétalos; pueden ser hermafroditas o postiladas.
- **INFLORESCENCIA:** Terminal encima de una gran variedad de tipos de semillas.

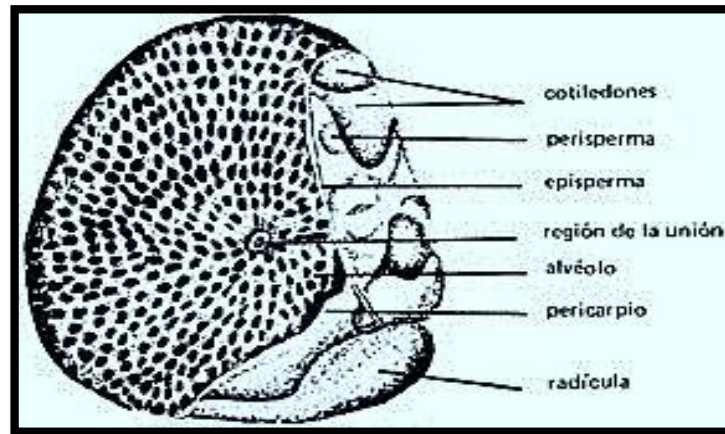


IMAGEN 12: ANATOMÍA DEL GRANO DE QUINUA

FUENTE: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_0.htm

- **FRUTO:** Es un aquenio, constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla. El perigonio tiene un aspecto membranáceo, opaco de color ebúrneo, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal-globosa y de paredes finas y lisas. (6)

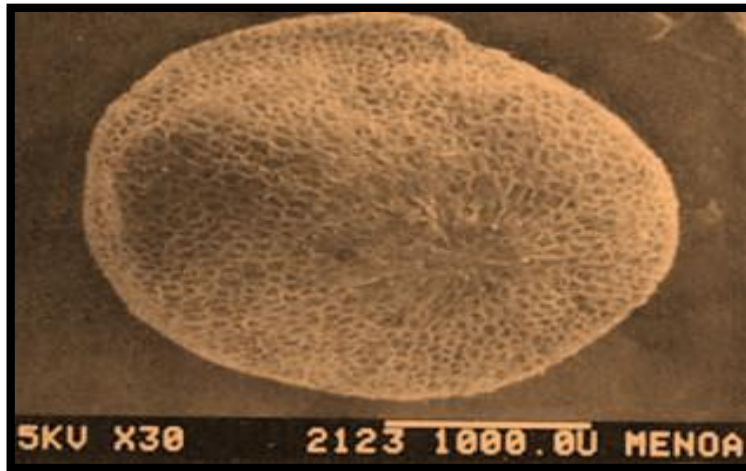


IMAGEN 13: VISTA VENTRAL DEL FRUTO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) AL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (GALLARDO ET AL., 1997)

FUENTE: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_0.htm

- **SEMILLA:** Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. (25) La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano. (15)

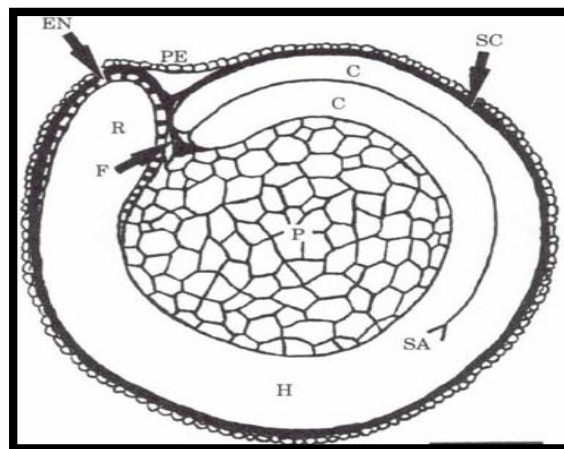


IMAGEN 14: SECCIÓN LONGITUDINAL MEDIA DEL GRANO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.). PE: PERICARPIO, SC: CUBIERTA DE LA SEMILLA, EN: m ENDOSPERMA; C: COTILEDONES, H: HIPOCOTILO; SA: ÁPICE DEL MERISTEMO; R: RADÍCULA, P: PERISPERMA; F: FUNÍCULO

FUENTE: http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap03_1_0.htm

1.6.2 SAPONINA

1.6.2.1 HETERÓSIDOS:

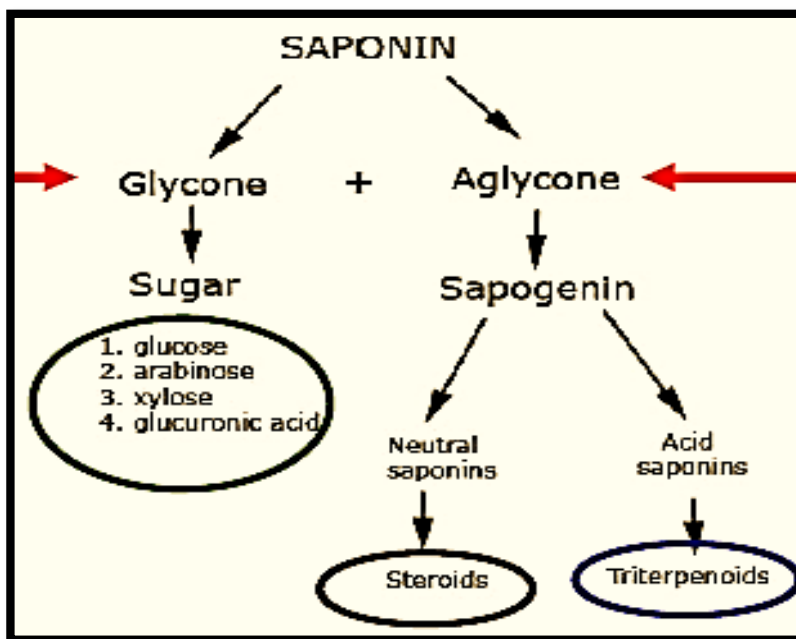
Los heterósidos son el resultado de la condensación de una o varias osas (azúcares simples), con una estructura no glucídica llamada genina o aglicona, (19) son sustancias no reductoras que por hidrólisis ácida o enzimática dan uno o más azúcares y un componente no azucarado (16).

DESCOMPOSICIÓN DE HETERÓSIDOS: Los heterósidos se descomponen por hidrólisis o por acción enzimática. La parte glucídica de los heterósidos es muy diversa y juega su rol a nivel de la actividad farmacológica, ya que cambia la solubilidad y la absorción digestiva.

La solubilidad de estos compuestos es muy variable, pero la mayoría, son solubles en agua y soluciones hidroalcohólicas y otros en acetona, acetato de etilo y cloroformo, pero insolubles en éter, las geninas son insolubles en agua y por lo general la extracción de se hace con agua y/o alcoholes. En cuanto a su acción farmacológica concreta se debe a la genina, la parte glucídica es fundamental para su acción ya que incide en la solubilidad y absorción del heterósido, (17)

1.6.2.2 GENERALIDADES SOBRE LAS SAPONINAS

Se da el nombre de saponinas a un grupo de glicosidos (26) que están ubicados en las plantas y que al disolverse en agua disminuyen la tensión superficial de esta, por lo tanto al agitar sus soluciones, se formara una espuma abundante y relativamente estable, de allí que proviene del latín sapo que significa "jabón". (16)



ESQUEMA 1: ESQUEMA SOBRE LAS SAPONINAS
FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/62363264/quinua>

Las saponinas son sustancias orgánicas que pertenecen a los saponósidos que son heterósidos ampliamente distribuidos en la naturaleza, tienen sabor amargo y acre. Destruyen los glóbulos rojos por hemólisis, son tóxicas para animales de sangre fría, por lo que se usa como veneno para peces y demás (18). Para los animales de sangre caliente son tóxicas si se administran por vía intravenosa, pero por vía oral su toxicidad es muy baja. Son solubles en disolventes polares pero no en los de baja polaridad, como hexano o cloroformo (19). Se ven afectas al pH de la solución, ya que a altos pH sufren hidrólisis, formándose saponinas de menor peso molecular. (18)

No tienen una fórmula química bien definida sin embargo, de manera general, se puede sugerir el siguiente esqueleto base: $C_nH_{2n-8}O_{10}$ (con $n \geq 5$), (39) poseen elevado PM, y su aislamiento en estado puro ofrece ciertas dificultades. Son solubles en agua, etanol y metanol diluidos y en caliente. Las geninas son prácticamente insolubles en H_2O , solubles en solventes poco polares como CCl_4 y éter. Se pueden localizar en cualquier órgano de la

planta, raíz, hojas, semillas, corteza, etc. (40) Kobert (1960) indica que su composición corresponde a la fórmula general $C_nH_{2n-8}O_{10}$ (41)

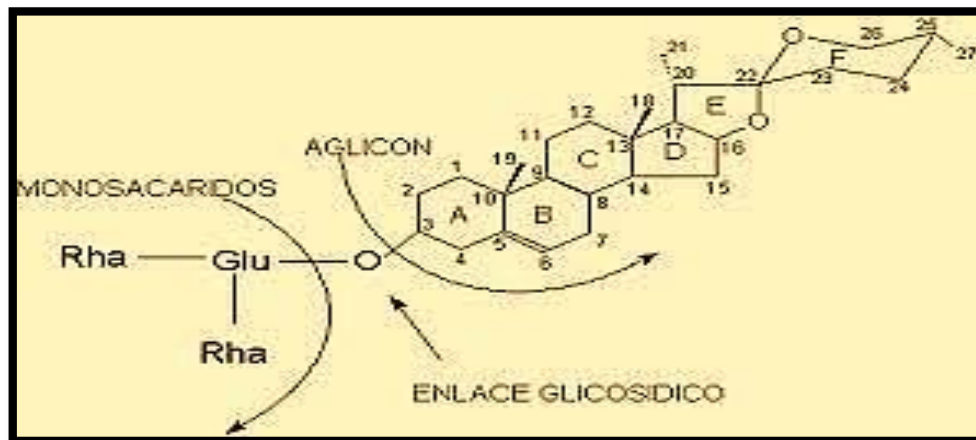


IMAGEN 15: ESTRUCTURA BÁSICA DE SAPONINA

FUENTE: http://www.monografias.com/trabajos55/saponinas-sapogeninas/saponinas_sapogeninas.shtml

1.6.3 ESTRUCTURA DE LAS SAPONINAS

Dependiendo del tipo de genina presente las saponinas pueden dividirse en (4):

- Saponinas Esteroidales: *Liliáceas*, *Dioscoreáceas* y *Solanáceas*), mayoritariamente se encuentran en las Monocotiledóneas, dentro de este grupo también se encuentran los alcaloides esteroidales.
- Saponinas triterpénicas: (Umbelíferas, Leguminosas, cariofiláceas, Araliáceas, Ramnáceas, etc.) son comunes en algunos animales marinos y el las dicotiledóneas.

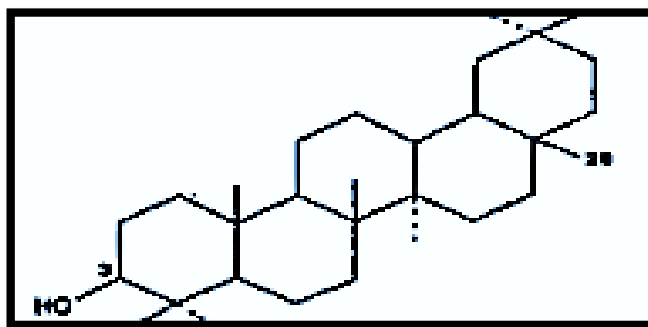


IMAGEN 16: SAPONINA TRITERPÉNICA

FUENTE: www.rdnatural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/farmacologia-breve/saponinas/ htm

1.6.3.1 ESTRUCTURA DE LA AGLICONA

a) AGLICONAS ESTEROIDALES

Las saponinas esteroideas son compuestos que poseen una estructura compleja formada por un núcleo esteroidal hidrofóbico y una parte hidrofílica constituida por unidades de monosacáridos, poseen un esqueleto con 27 átomos de carbono, formado por seis anillos: Anillo E (furano) y F (pirano). El aglicón en las saponinas esteroideas (sapogenina) presenta el esqueleto tetracíclico característico de este tipo de compuestos, denominado gonano (ciclopentanoperhidrofenantreno) en el caso de ser saturado. (50) Son derivados del núcleo estirostano y se utilizan de preferencia para la obtención de hormonas corticoides y hormonas sexuales. (54)

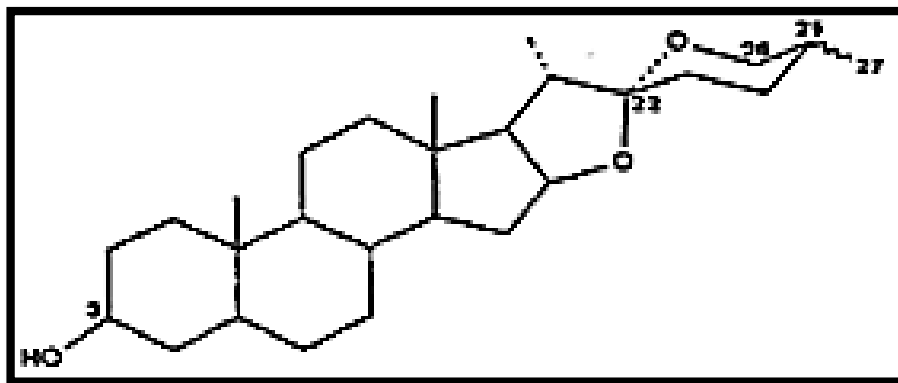


IMAGEN 17: ESQUELETO DE LA SAPONINA ALCALOIDEA
FUENTE: <http://www.ehu.es/biomoleculas/hc/sugar33c1.htm>

b) AGLICONAS TRITERPÉNICAS

En este grupo las geninas están constituidas por tres unidades de terpenos. Cada uno formado por dos unidades de isopreno (de cinco carbonos), de forma que las geninas son moléculas con 30 átomos de carbono. Las geninas están constituidas por terpenos, formados por unidades de isopreno. Las saponinas triterpénicas pueden clasificarse en tres grupos, representados por alfa-amirina, beta-amirina y lupeol, según la estructura de sus geninas. (54)

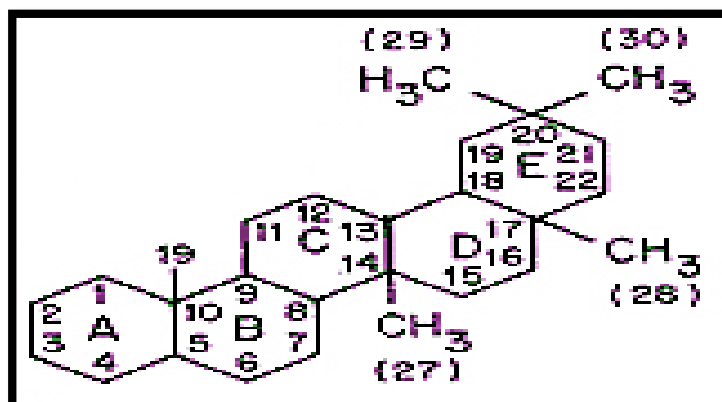


IMAGEN 18: ESQUELETO TRITERPENÓIDE PENTACÍCLICO

FUENTE: <http://www.rdnatural.es/plantas-y-nutrientes-para-el-organismo/farmacologia-breve/saponinas/> hmt

Se forman cuando un grupo carboxilo sustituye a un grupo metilo en las posiciones 4, 17 ó 20. (54) Las saponinas triterpénicas están ampliamente distribuidas en los reinos vegetal y animal y se presentan en 3 estructuras químicas diferentes (30-45 carbonos): acíclicas como el escualeno, considerado como el precursor natural de esta familia: tetracíclicas como el panaxadiol y pentacíclicas como la estallogenina. Estas sustancias pueden presentarse en sus fuentes naturales: en forma libre: formando ésteres, o como parte de un glicósido (saponina). (48) Las saponinas pentacíclicas se subdividen a su vez en 3 grupos: tipo lupane: tipo ursane (derivado de la α amirina), ambos no están presentes en los forrajes y los de tipo planean (derivados de la β amirina) presentes en estos últimos. (40)

1.6.3.2 ESTRUCTURA DE LOS GLICOSIDOS

Las saponinas poseen de una a seis unidades de monosacáridos unidas entre sí mediante enlaces glicosídicos. Estas unidades son comúnmente hexosas, pentosas y deoxihexosas, entre los que se encuentran principalmente glucosa, ramnosa, galactosa y xilosa. Los enlaces glicosídicos pueden tener configuración a o b. (42)

1.6.4 EXTRACCIÓN CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN

1.6.4.1 EXTRACCIÓN:

En la **literatura** se encuentra una gran cantidad de trabajos en los que se reportan la extracción de saponinas. En los mismos se aprecia la existencia de un tronco común en las metodologías utilizadas que se puede resumir en los siguientes pasos: (43) (44)

- PROCESO DE DESENGRASE DEL MATERIAL VEGETAL: El mismo tiene como objetivo eliminar los compuestos lipídicos que posee la planta, que pueden afectar operaciones posteriores. El desengrase puede realizarse directamente al material vegetal o a extractos obtenidos de éste.
- OBTENCIÓN DEL "CRUDO" DE SAPONINAS: Se realiza la extracción del material vegetal empleando solventes polares tales como metanol, etanol y n-butanol o mezclas hidroalcohólicas de cada uno de ellos. El n-butanol es muy utilizado por su especificidad para este tipo de compuestos.
- HIDRÓLISIS DE LAS SAPONINAS: Generalmente se realiza por vía química utilizando un ácido mineral como catalizador y su finalidad es liberar las saponinas.
- EXTRACCIÓN DE LAS SAPOGENINAS liberadas en el proceso de hidrólisis: En este proceso se utilizan solventes de mediana polaridad como acetato de etilo y cloroformo.

1.6.4.2 SEPARACIÓN:

En el aislamiento y purificación de estos compuestos los métodos cromatográficos juegan un papel decisivo. En la literatura se reporta el uso de la cromatografía de capa delgada preparativa (CCDP) y cromatografía de columna (CC). Entre los adsorbentes más utilizados en estas técnicas se encuentran la alúmina, sílica gel de diferentes granulometrías y más recientemente sephadex LH-20. La cromatografía gaseosa (CG) y más recientemente la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) así como las técnicas de cromatografía de partición a contracorriente. (9)

1.6.4.3 CARACTERIZACIÓN

Un aspecto que tiene mucho significado para acelerar el desarrollo de la quinua es contar con un método oficial de análisis de saponina que permita obtener resultados comparables. (25). Para su determinación se han desarrollado diversos métodos: (9) (27)

- Producción de espuma en agua.
- Métodos gravimétricos mediante extracción y cristalización.
- Cromatografía sobre gel de sílica.
- Hemólisis, usando glóbulos rojos humanos o de animales (conejos).

1.6.5 SAPONINAS DE LA QUINUA

González (1917) fue el primero en determinar la presencia de saponina en el grano de quinua. Más tarde el alemán Genermann aisló de esta saponina un principio activo que llamó quinoína o ácido quinóico (Machicao, 1965). Este tipo de saponina está compuesto por los glucósidos triterpenoides de reacción ligeramente ácida (Fieser 1941). Granadillas (1997) observó durante su intento de separar la saponina de granos de quinua mediante la extracción con alcohol, que mientras de la quinua amarga obtenía unos cristales, de la quinua dulce Samaja resultaba una sustancia “gomosa”.

Según el trabajo de Machicao (1965), en la quinua habría tanto saponinas ácidas como neutras. El contenido de saponina varía con los ecotipos, según la evaluación de germoplasma de quinua, existiría y una buena correlación entre granos blancos y pequeños y un bajo contenido de saponina (Tapia, 1997). (23)

Tabla 6: ANÁLISIS PROXIMAL DEL ESCARLIFICADO DE QUINUA

PARÁMETRO	%	RESULTADO	MÉTODO
HUMEDAD	%	9.56	Gravimétrico
GRASA	%	9.18	Soxhlet
CENIZAS TOTALES	%	18.55	Gravimétrico
FIBRA	%	5.63	Gravimétrico
ALMIDÓN	%	negativo	Volumétrico
CARBOHIDRATOS	%	52.73	Cálculo
SAPONINA	%	22.14	Semicualitativo
PROTEÍNAS	%	9.98	Kjeldahl

FUENTE: LABORATORIOS BIOLAB SRL(<http://ccbolgroup.com/malbix.html>)

En términos generales se puede afirmar que los granos de quinua, tal como salen de la trilladora, no deben ser utilizados directamente en la elaboración de alimentos sino que tienen que pasar por un proceso de limpieza y desamargado. (43)

1.6.5.1 PROPIEDADES BIOLÓGICAS Y FARMACOLÓGICAS

- a) Tienen una acción irritante sobre las células que en el parénquima pulmonar que se traduce en una acción expectorante, sobre las células renales produce una acción diurética y sobre los glóbulos rojos una acción hemolítica, además produce una disminución del colesterol. (42)
- b) Son excelentes agentes emulsionantes, en estado puro la mayor parte de los glicosidos conocidos son incoloros o blancos, tienen actividad óptica y son solubles altamente en alcohol diluido o no.(44)
- c) Por hidrolisis ácida o enzimática dan origen a una sustancia libre del o los azúcares formando así la saponina, considerados reguladores del crecimiento de la planta y también presentan propiedades alelopáticas, molusquisidas y fungicidas. (49)
- d) Reducen la tensión superficial: por sus estructuras son surfactantes detergentes de manera que se generan espumas resistentes por agitación de la solución acuosa; alteran la permeabilidad de las membranas celulares: actividad antibacteriana. (45)

- e) Por su característica espumante, las saponinas se emplean en la fabricación de cerveza, en la preparación de compuestos para extinguidores de incendio, y en la industria fotográfica, cosmética (shampoos) y farmacéutica. (41)
- f) Las saponinas tienen la capacidad de inducir cambios en la permeabilidad intestinal, lo que puede colaborar en la absorción de medicinas particulares y en los efectos hipocolesterolémicos. (42)
- g) Adicionalmente se mencionan las propiedades de la saponina como antibiótico y para el control de hongos y se utilizan como insecticida natural que no genera efectos adversos en el hombre o en animales grandes, destacando su potencial para el uso en programas integrados de control de plagas (Vera et al., 1997). De este modo podría ser utilizado en el polvo soluble de herbicidas o herbicidas líquidos para mejorar la eficacia. (46)
- h) La Saponina se puede utilizar para la producción de champú para el lavado de cabello. Tiene buenos efectos en el cabello, la protección, la inflamación, la eliminación de la caspa. (47)
- i) Investigadores de la UMSA obtuvieron un ácido que combate la bacteria que provoca la caries a partir de los residuos que se obtienen del pelado del grano de quinua. (54)

1.6.6 DESAMARGADO DE LA QUINUA

Siendo la saponina responsable del sabor amargo presente en las coberturas externas del grano, es lógico que se hayan destinado todos los esfuerzos para eliminar esta cobertura, como consecuencia de ello surge el agua de lavado de la quinua.

En términos generales se puede afirmar que los granos de quinua, tal como salen de la trilladora, no deben ser utilizados directamente, de allí que estos granos tienen que pasar por un proceso de limpieza y desamargado, es decir de eliminación de compuestos amargos entre los que destacan las saponinas que tienen alta solubilidad en agua, soluciones de NaCl, NaOH o etanol. (53)

1.6.6.1 PROCESOS TRADICIONALES DE DESAMARGADO

Los campesinos y las amas de casa utilizan tradicionalmente los procesos húmedos. Consisten en sucesivos lavados del grano en agua, haciendo fricción con las manos o una piedra para facilitar la eliminación de las primeras capas (Tapia *et al.*, 1979). Ello es demasiado laborioso cuando se trata de grandes cantidades de quinua, por lo que no constituye una alternativa práctica. (52)

- PROCESOS SECOS A TEMPERATURA AMBIENTE

Desde antes de 1950 se tienen noticias del esfuerzo realizado por pequeños molineros de Cusco para desamargar el grano de quinua mediante la utilización de equipos de molienda de trigo. (46) En el Perú, con el apoyo de instituciones se diseñó en este país una máquina escarificadora de quinua. Dicho sistema utiliza medios mecánicos abrasivos y la acción combinada de paletas giratorias que golpean el grano contra tamices estacionarios y que permiten un raspado eficiente de los granos de quinua (Torres y Minaya, 1980). (51)

- PROCESOS CON USO DE CALOR SECO

Las primeras empresas que intentaron producir harina de quinua desamargada también usaron métodos de tostado con el fin de eliminar las cáscaras que contenían las saponinas. Una vez tostada la quinua, era pasada por un cernidor que separaba las cáscaras tostadas y molida en un molino de piedra. Se experimentó la desaponificación tostando y posteriormente recurriendo al uso de la fricción simple, la fricción con CINa o los dos tipos de fricción combinados. (49)

- PROCESOS HÚMEDOS

En el año 1973, Junge en Chile realizó investigaciones que le llevaron a utilizar una celda de flotación que facilitaba la extracción de saponina. En primer lugar, la semilla es sometida a maceración en agua para ablandar la capa que contiene la saponina. (23) La capa exterior o

pericarpio es separada del endospermo por la acción de frotamiento de las aletas de la turbina que impulsan los granos contra las aletas fijas. El solvente tiende a penetrar al interior del grano, favoreciendo el aumento de la humedad de la quinua mientras que las saponinas toman un camino contrario. (50)

- PROCESO COMBINADO: VÍA SECA-VÍA HÚMEDA

Una combinación de los procesos de escarificación y húmedo dan mejores resultados que los métodos seco o húmedo utilizados separadamente, tanto para la eliminación de saponinas, como por demandar menor cantidad de agua. (23) Con un proceso combinado se pueden lograr tiempos de contacto breves (2 minutos) con bajas relaciones solvente/alimentación (2:1 o aun algo menores; Zavaleta, 1982). El proceso combinado ha sido perfeccionado exitosamente en Ecuador por Arias y Nieto (1988). (47).

Tabla 7: MÉTODOS DE DESAMARGADO DE LA QUINUA

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
H Ú M E D A S E C A C O M B I N A D A	Buena calidad proteica y poca cantidad de granos dañados	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada cantidad de agua requerida - Operación dificultada por enorme cantidad de espuma - Elevada humedad del grano (50%) - Costo muy elevado del secado - Costo adicional por calefacción del agua de tratamiento
	Ningún requerimiento de agua y facilidad de manipulación	<ul style="list-style-type: none"> - Producto con porcentaje demasiado alto de saponinas - Significativas pérdidas en cuanto a valor nutritivo (proteínas y lípidos)
	Consumo de agua razonable, grano con buena calidad proteica, cantidad aceptable de saponina, secado con energía solar, y recuperación posible de saponinas	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor requerimiento de equipos - Mayor costo/precio

FUENTE: Derpic, 1988/ <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap05.htm>

1.9.7 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

Se denomina control físico químico al análisis total de las características del agua de lavado de la quinua y su aptitud frente a su aplicación como emulsificante, corresponde al análisis de Cenizas y Sólidos Totales.

1.9.7.1 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA Y SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de los metabolitos secundarios de la planta con un solvente polar y la aplicación de reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo. Los resultados del tamizaje constituyen únicamente una orientación y deben interpretarse en conjunto con los resultados del “screening” farmacológico, para el presente caso con actividad emulsionante y los grupos fitoquímico presentes en la quinua. (7)

1.9.7.2 CUANTIFICACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE SAPONINAS PRESENTES EN EL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

El control de calidad de los productos naturales puede desarrollarse a través de la presencia de algunos de sus metabolitos en particular; la espectrofotometría permite, de forma general la cuantificación de algunos grupos de metabolitos a partir de algunas reacciones que permiten la determinación sin interferencia de algunos grupos. (9)

1.9.7.3 ESTUDIOS CROMATOGRÁFICOS DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

La cromatografía es un grupo de técnicas utilizadas en la determinación de la identidad de sustancias, en la separación de componentes de las mezclas y en la purificación de compuestos. (25)

Esta puede variar de técnica en técnica, pero siempre se basa en el mismo principio: Todos los sistemas de cromatografía contienen una fase estacionaria y una fase móvil. (7) La fase estacionaria puede ser un sólido o un líquido que se queda fijo en la misma posición, mientras que la fase móvil puede ser un líquido o un gas que corre a través de una superficie y de la fase estacionaria. (9) Las sustancias que están en un sistema de cromatografía interaccionan tanto con la fase estacionaria como con la fase móvil. La naturaleza de estas interacciones depende de las propiedades de las sustancias así como también de la composición de la fase estacionaria. (27)

1.9.8 MODELO ESTADÍSTICO UTILIZADO

1.9.8.1 SUPUESTOS DEL MODELO ESTADÍSTICO

- **NORMALIDAD:** Los valores resultado del experimento provienen de una distribución de probabilidad normal
- **INDEPENDENCIA:** Los resultados observados de un experimento son independientes entre sí.
- **VARIANZAS HOMOGÉNEAS:** Las diversas poblaciones generadas por la aplicación de dos o más tratamientos tienen varianzas homogéneas (varianza común).

1.9.8.2 DISEÑO COMPLETO AL AZAR

Este diseño consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales (individuos, grupos, parcelas, jaulas, animales, formulaciones, etc.). Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales de lo más homogéneas posibles: animales de la misma edad, del mismo peso, similar estado fisiológico; parcelas de igual tamaño, etc., de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. (2)

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 LUGAR DE REALIZACIÓN Y PRUEBAS DE ENSAYO

La presente investigación se desarrolló en:

- a) SUMAK LIFE (Productos orgánicos Chimborazo).
- b) LABORATORIO CESTA (Centro Ecuatoriano de Servicios Técnicos y Tecnológicos de la ESPOCH).
- c) Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.1.1 RECURSOS MATERIALES

2.1.1.1 MATERIA PRIMA

AGUA DE LAVADO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

- Saponinas de quinua

EMULSIONANTES SINTÉTICOS

- DEYQUART (Emulsionante para cremas y ungüentos)
- TEXAPÓN (Emulsionante para shampoo).

2.1.1.2 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Tabla 8: MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE UN EMULSIONANTE NATURAL

Nº	DESCRIPCIÓN	Nº	DESCRIPCIÓN
1	Autoclave	29	Papel toalla
2	Balanza analítica	30	Embudos de separación
3	Refrigeradora	31	Placas de TLC
4	Rotavapor	32	Refrigerante
5	Mufla	33	Trípodes
6	Estufa	34	Embudos
7	Reverbero	35	Varilla de agitación
8	Desecador	36	Crisoles
9	Equipo de ultrafiltración	37	Cápsulas de porcelana
10	Cámara Digital	38	Pinzas para cápsula
11	Computadora	39	Pinzas para tubos
12	Centrífuga	40	Agua destilada
13	Caja de guantes estériles	41	Alcohol Antiséptico
14	Caja de mascarillas	42	Ácido clorhídrico 2N
15	Papel filtro cuantitativo	43	Etanol 95%
16	Mechero	44	Éter etílico
17	Pipetas de 1 mL	45	Cloruro de sodio
18	Pipetas de 5 mL	46	Cloroformo
19	Pipetas de 10 mL	47	Ácido clorhídrico (conc.)
20	Probetas de 250 mL	48	Reactivo de Liebermann- Burchard
21	Probetas de 500 mL	49	Reactivo de Fehling
22	Reverbero eléctrico	50	Reactivo de Sudan
23	Paquete de algodón	51	Vainillina al 1% en Etanol
24	Rollo de papel aluminio	52	Benceno
25	Papel filtro cualitativo	53	Acetato de Etilo
26	Vasos de precipitación 250 mL	54	Frascos de vidrio
27	Matraz Erlenmeyer 250 mL	55	Botellas plásticas grandes (50 L)
28	Vasos de precipitación 500 mL	56	Embudo de Buchner

FUENTE: LILIANA J. GUNSHA

2.2 FACTORES DE ESTUDIO

Los factores de estudio de esta investigación fueron:

- Saponinas provenientes del agua de lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*).
- Emulsionantes sintéticos para cosméticos disponibles en el mercado (Dehyquart para cremas y LSL para shampoo).

2.2.1 UNIDAD EXPERIMENTAL O DE ANÁLISIS

Se utilizaron dos emulsionantes químicos disponibles en las empresas productoras de materia prima para cosméticos en nuestro país. Todas las formulaciones patrones (shampoo y crema) fueron adquiridos en DESA: Distribuidora de cosméticos “Salazar Abril Dolores Elizabeth” (Ayacucho 19-40 entre Tarqui y Velasco).

Tabla 9: CARACTERÍSTICAS DE LOS EMULSIONANTES PATRÓN

EMULSIONANTE	CARACTERÍSTICAS	PRODUCTO
TEXAPÓN	Estabilizador, emulsionante aniónico.	Shampoo
DEHYQUART	Emulsionante catiónico.	Cremas, ungüentos

FUENTE: LILIANA J. GUNSHA

2.3 OBTENCIÓN DE SAPONINAS A PARTIR DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA

2.3.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL PRIMA

Se obtuvo agua de lavado de quinua en la empresa SUMAK LIFE, perteneciente a ERPE (Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador), localizada en la ciudad de Guano, en la Provincia de Chimborazo.

2.3.2 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DE LA DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

2.3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

Tabla 10: DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES

PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
<ul style="list-style-type: none"> - Pesar una cápsula (W_i) - Adicionar 20 mL de la muestra en la cápsula (V) - Evaporar sobre una fuente calórica hasta sequedad. - Pesar la cápsula con su contenido (W_f) 	<p>Sólidos Totales: $ST = \frac{W_f - W_i}{V_{mL}}$ Dónde: $ST =$ Sólidos Totales $W_i =$ peso de la cápsula vacía $W_f =$ peso de la cápsula con los sólidos.</p>

FUENTE: TESIS BQF/BONIFÁZ, L./FACULTAD DE CIENCIAS ESPOCH

2.3.2.2 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

Tabla 11: DETERMINACIÓN DE CENIZAS (Técnica NTE INEN 401)

PRINCIPIO	PROCEDIMIENTO	CÁLCULOS
Se lleva a cabo por medio de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$., con esto la sustancia orgánica se combustiona y se forma el CO_2 , agua y la sustancia inorgánica (sales minerales)	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar la cápsula en la mufla y calentarla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$; transferirle al desecador para enfriamiento y pesarla (W_i) - Pesar en la cápsula, 1-10g de muestra con aproximación al 0.1mg y colocar sobre la fuente calórica a $150^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ para evaporación. (W_m) - Adicionar gotas de aceite de oliva y continuar el calentamiento hasta que cese el borboteo. - Colocar la capsula con su contenido en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas blancas las cuales deben humedecerse con gotas de agua destilada. 	<p>Porcentaje de Ceniza: $\%C = 100 \times \frac{W_f - W_i}{W_m}$ Dónde: $\%C =$ Porcentaje de ceniza $W_i =$ peso de la cápsula vacía</p>
Se queda en forma de residuos, la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris o gris claro.	<ul style="list-style-type: none"> - Evaporar sobre la fuente calórica y proceder a calcinar nuevamente en la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 4 horas como mínimo, hasta obtener cenizas blancas. Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos. - Pesar la cápsula con su contenido, con aproximación al 0.1mg. (W_f) 	<p>$W_m =$ peso de la muestra húmeda $W_f =$ peso de la cápsula con las cenizas</p>

FUENTE: TESIS BQF/BONIFÁZ, L./FACULTAD DE CIENCIAS ESPOCH

2.3.2.3 DETERMINACIÓN DE NITRÓGENO TOTAL

A una muestra de 10 mL del agua de lavado de quinua, se añadió 1 mL de salicilato de sodio y se evaporó hasta sequedad en una cápsula de porcelana, luego se añadió y envolvió el residuo de la cápsula con 1 mL de ácido sulfúrico concentrado inclinando y rotando la cápsula, posteriormente se agregó 10 mL de tartrato de sodio y potasio y 10 mL de hidróxido de sodio. Finalmente se mezcló bien la solución y se midió la lectura de la intensidad de color a una longitud de onda de 450 nm. (27)

2.3.2.4 DETERMINACIÓN DEL pH

Potencial de hidrógeno (pH): es el logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno en una solución acuosa o el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno. El valor del pH es la acidez o alcalinidad de una sustancia expresada en términos de la relación entre la fuerza electromotriz expresada en volts, entre un electrodo de vidrio y uno de referencia cuando se sumergen en el agua, y la fuerza electromotriz expresada en volts, entre los mismos electrodos cuando se sumergen en una solución reguladora de referencia. (pH = - Log [H⁺]) (25)

MATERIALES Y EQUIPOS:

Vasos de precipitados 250 mL;

- Picetas de 500 mL;
- Cepillo pequeño de cerdas
- Medidor de pH con electrodo de vidrio

PROCEDIMIENTO

- a) En un vaso de precipitado se vació un volumen de 50 mL de la muestra.
- b) Se introdujo el electrodo en la muestra de manera sin tocar el fondo.
- c) Finalmente, se registró los valores del pH junto con la temperatura de las muestras.(20)

2.3.2.5 TAMIZAJE FITOQUÍMICO PARA EL AGUA DE LAVADO

Para la adecuada identificación se tomaron muestras provenientes del agua de lavado a las cuales se le realizaron los ensayos correspondientes para identificación cualitativa de los siguientes metabolitos de interés:

- Ácidos grasos
- Triterpenoides y esteroides
- Saponinas
- Azúcares
- Sapogenina

a) ENSAYO DE SUDAN

Permitió reconocer la presencia de compuestos grasos. (4) A una alícuota de la fracción en el solvente de extracción, se le añadió 1 mL de una solución diluida en agua del colorante Sudan III o Sudan IV. Se calentó en baño de agua hasta evaporación del solvente. La presencia de compuestos grasos se considera positiva si aparecen gotas o una película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo de ensayos respectivamente. (27)

b) ENSAYO DE LIEBERMANN-BURCHARD

Permitió reconocer la presencia de triterpenos y/o esteroides, por ambos tipos de productos. Poseen un núcleo del androstano, generalmente insaturado en el anillo B y la posición 5-6. (4). Para este ensayo, si la alícuota del extracto no se encuentra en cloroformo, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo re disolverse en 1 mL de cloroformo. Se adicionó 1 mL de anhídrido acético y se mezcló bien.

Por la pared del tubo de ensayo se dejó resbalar 2-3 gotas de ácido sulfúrico concentrado *sin agitar*. Un ensayo positivo se tiene por un cambio rápido de coloración: (27)

- 1- Rosado-azul muy rápido.
- 2- Verde intenso-visible aunque rápido.
- 3- Verde oscuro-negro-final de la reacción.

c) ENSAYO DE FEHLING

Permite reconocer en un extracto la presencia de azúcares reductores. (4) Para este ensayo, si la alícuota del extracto no se encuentra en agua, debe evaporarse el solvente en baño de agua y el residuo se disuelve en 1-2 mL de agua. Se adicionaron 2 mL del reactivo y se calentó en baño de agua 5-10 minutos la mezcla. El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo. El reactivo se preparó de la siguiente forma:

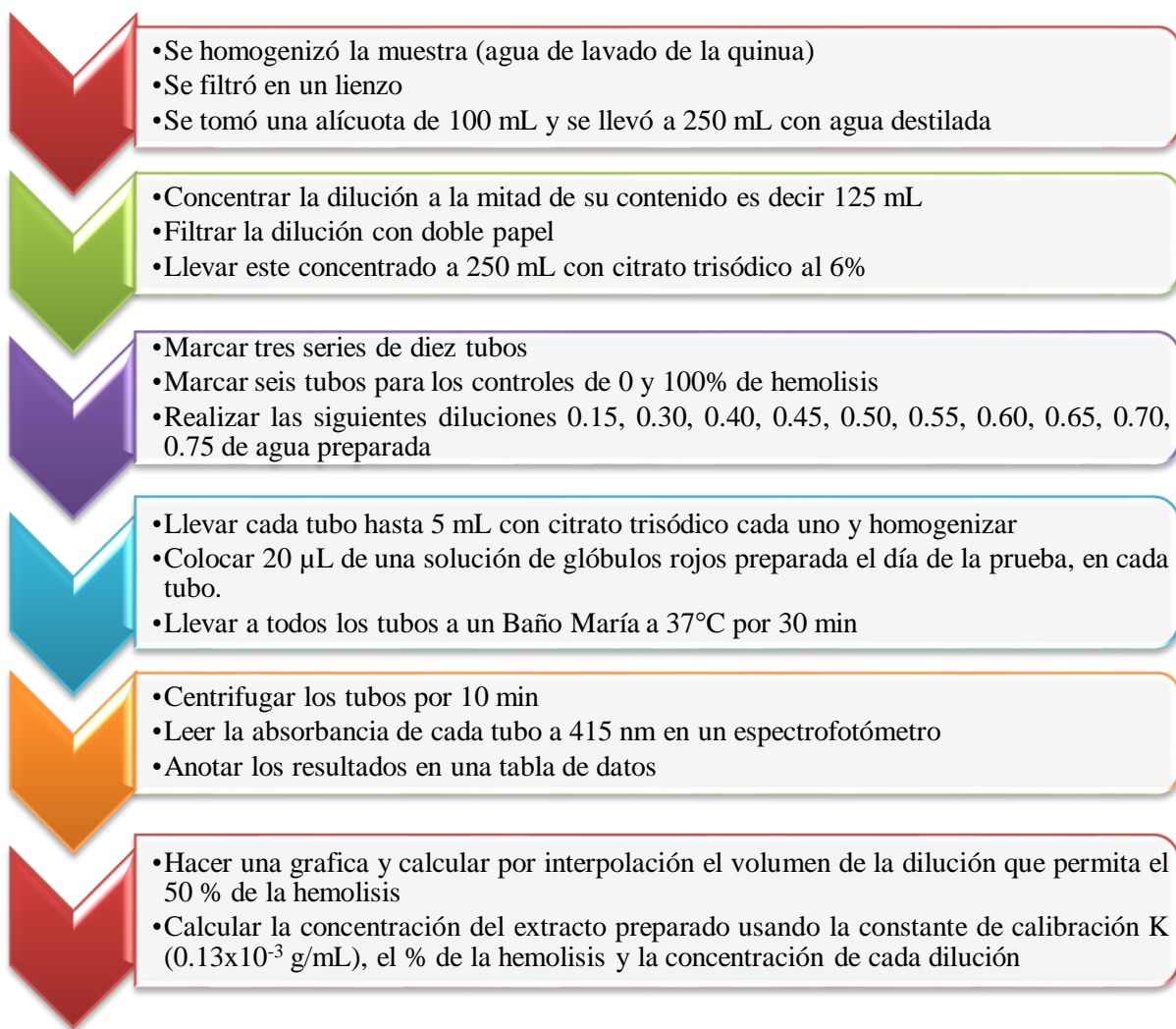
- Solución A: Se pesó 35 g de sulfato cúprico hidratado cristalizado y se disolvió con agua hasta un volumen total de 1000 mL.
- Solución B: Se pesó 150 g de tartrato de sodio y potasio y 40 g de NaOH y se disolvieron con agua hasta un volumen total de 1000 mL. (7)

d) ENSAYO DE LA ESPUMA

Permitió reconocer la presencia de saponinas, tanto del tipo esterooidal como triterpénica. (4) Como la muestra se encuentra en alcohol, se diluyó con 5 veces su volumen en agua y se agita la mezcla fuertemente durante 5-10 minutos. El ensayo se considera positivo si aparece espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos. (27)

2.3.2.6 PRUEBA DE HEMOLISIS CON GLOBULOS ROJOS.

Las saponinas, además de su sabor amargo, se caracterizan por producir espuma y causar hemólisis en la sangre de los animales inferiores (4). Se basa en el hecho conocido de que la saponina provoca hemólisis en los glóbulos rojos. Rea (1948) quien lo aplicó utilizando glóbulos rojos de conejo lavados en solución fisiológica, a los cuales añadió un número progresivo de gotas de extracto de saponina de quinua.



ESQUEMA 2: PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE HEMOLISIS (BONIFÁZ, L.)

a) CUIDADOS PARA PIPETEAR LOS GLÓBULOS ROJOS

- Se recomienda homogenizar el tubo con solución de glóbulos rojos una vez antes de colocar en cada tubo de dilución o siempre homogenizar el mismo número de veces.
- Pipetear los glóbulos rojos con cuidado y siempre a la misma profundidad del tubo y al mismo tiempo. Secar exteriormente la pipeta antes y después de colocar los glóbulos rojos en cada tubo de dilución.
- No interrumpir la sesión mientras se coloca los glóbulos rojos ya que pueden acumularse en las paredes de la pipeta ocasionando fallos en el ensayo
- Realizar el trabajo con glóbulos rojos lavados el día de las pruebas, no utilizar glóbulos guardados.
- Cuidar el momento de extraer el sobrenadante para que no se muevan los glóbulos rojos asentados en el fondo del tubo y se de una mala lectura

La constante de calibración: $K = 0.13 \times 10^{-3}$ g/mL (quinua blanca) esta concentración es la que existirá en el volumen del extracto diluido a 5 mL con CTS 3% que dará 50% de hemolisis. Particular que servirá para calcular las concentraciones de las diluciones y a su vez permitirá calcular la concentración del extracto problema. (27)

b) LAVADO DE LOS GLÓBULOS ROJOS

Para el lavado se usó glóbulos rojos de sangre humana tipo “O” factor Rh positivo:

- Se desfibrinó 6 mL de sangre, inmediatamente luego de ser extraída sin anticoagulante, por diez minutos con esferas de cristal.
- Una vez desfibrinada la sangre se centrifugó en un tubo, para eliminar el sobrenadante e inmediatamente se lavó el paquete globular con suero fisiológico, se repitió el lavado cuatro veces hasta que el sobrenadante quedó claro.
- Después del último lavado se centrifugó para proceder a tomar 1 mL de paquete globular y suspenderlo en citrato trisódico al 3%, hasta alcanzar una dilución 1:20. (27)

2.3.2.7 CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA

A partir del agua de lavado de la quinua se identificaron los compuestos existentes para lo cual se empleó la técnica de cromatografía en capa fina conocida también como TLC, se emplea como fase móvil la mezcla de: cloroformo: Hexano: Acetato de etilo (1:1:1) y como revelador una solución de vainillina en ácido fosfórico al 1 % y se calentó en una estufa a 105° C o en un reverbero eléctrico a baja temperatura durante 5 min. (27)

2.3.3 OBTENCIÓN DE SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

Se procedió a aplicar cuatro metodologías para la extracción de saponina, la primera realizada en la UMSA de Bolivia, la segunda ejecutada en el mismo país por CCBOLGROUP y en la tercera y cuarta extracción se tomó en cuenta la tesis del BQF. Luis Bonifáz estudiante de la ESPOCH, las dos primeras se adaptaron al agua de lavado de quinua puesto que en el país mencionado anteriormente no utilizan el agua de lavado para la extracción de saponinas sino más bien aprovechan el escarlillado.

2.3.31 METODOLOGÍA ADAPTADA DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE LAS SAPONINAS DE QUINUA DE LA UMSA (BOLIVIA) (50)

1. Dejar en reposo las muestras de agua de lavado por un lapso de 24 horas.
2. Separar el sedimento de la porción acuosa
3. Desengrasar con éter etílico.
4. Ultra filtrar (grasas)
5. Separación líquido- líquido. (recuperación del éter etílico)
6. Coagulación
7. Filtración.
8. Neutralización con HCl
9. Filtración
10. Extracción con etanol

11. Añadir agua, concentrar y cristalizar.
12. Filtrar para obtener dos porciones (Torta residual de saponinas y líquido residual)
13. Con el líquido residual proceder a la recuperación del etanol
14. Se procede al secado de la torta de saponina.
15. Se obtiene saponina en polvo.

2.3.3.2 ADAPTACIÓN DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DE QUINUA SEGÚN CCBOLGROUP (50)

1. Tomar 1 Litro de agua de lavado de quinua
2. Realizar una extracción sólido líquido con un lavado
3. Concentrar el extracto a 6° Brix
4. Someter el extracto obtenido a ultrafiltración (filtración con membranas)
5. Se logra obtener un concentrado de 8 ° Brix

2.3.3.3 EXTRACCIÓN DE SAPONINAS A BASE DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA SEGÚN BONIFÁZ, L., ESPOCH., SNH.

1. El agua de lavado de la quinua debe dejarse en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes.
2. Luego se toma 1000 ml de agua de lavado de quinua y se concentra hasta un volumen de 250 ml por evaporación, este volumen es colocado en un embudo de separación y se añade 50 ml de hexano para desengrasar la muestra, hasta la formación de dos fases.
3. La fase interior es la que contiene saponina, a esta fase se le añade metanol caliente hasta la formación de un precipitado y para asegurarse que ha precipitado toda la saponina se lo deja aproximadamente una hora lo centrifuga a 5000 rpm durante 5 min y se obtiene de este modo un extracto bruto de saponina.
4. La saponina obtenida se diluye con una mezcla de metanol - agua (1:1) para proceder con las pruebas de identificación. (27)

2.3.3.4 EXTRACCIÓN DE SAPONINAS A BASE DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA SEGÚN BONIFÁZ, L. ESPOCH., SH.

1. Se pesó 2 g el residuo del extracto metanólico y se disolvió en 20 ml de metanol.
2. Se añadió igual volumen de ácido clorhídrico 2 N y se reflujo durante 3 hora
3. Se dejó refrescar para luego evaporar hasta la tercera parte de su volumen inicial y se vertió sobre igual volumen de agua fría.
4. La solución acuosa obtenida se extrajo con acetato de etilo y se concentró a sequedad en un rotavapor a 45 °C. (27)

Se realizó los cuatro tipos de extracción, cada uno con tres repeticiones y con la que tenga mayor rentabilidad y rendimiento se procedió a realizar la caracterización de las saponinas de aquella extracción que se considere la más idónea para esta investigación.

2.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS SAPONINAS OBTENIDAS

2.4.1 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

Para la adecuada identificación se tomaron muestras provenientes de las fracciones de interés obtenidas del crudo de saponinas a las cuales se le realizaron los ensayos correspondientes para identificación cualitativa de los siguientes metabolitos de interés:

- Ácidos grasos
- Triterpenoides y esteroides
- Saponinas
- Azúcares
- Sapogenina

2.4.2 CROMATOGRAFÍA EN CAPA DELGADA DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

A partir del agua de lavado de la quinua se obtuvo las saponinas, las cuales con el fin de identificar que compuestos son se realiza una cromatografía, se emplea como fase móvil la mezcla de: cloroformo: Hexano: Acetato de etilo (1:1:1) y como revelador una solución de vainillina en ácido fosfórico al 1 % y se calentó en una estufa a 105° C o en un reverbero eléctrico a baja temperatura durante 5 min. (27)

2.4.3 EVALUACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD:

Este parámetro nos permitió determinar el tipo de emulsión, aspecto que es de mucha importancia averiguar en primer término si la emulsión es oleoacuosa o hidrooleosa, lo cual se logró de la siguiente manera:

- a) El equipo para ello se puede hacer fácilmente conectando en serie un resistor de 10.000 ohmios y 0,5 vatios, contactos eléctricos para la muestra que se va a ensayar, una lámpara de neón sin resistor (0,25 vatios, 105 a 120 v., tipo General Electric NE-57) y un conmutador de pulsador.
- b) Se coloca la muestra entre los contactos de prueba y se cierra el circuito; si da luz la lámpara de neón, la emulsión es oleoacuosa, en caso contrario es hidro oleosa. (14)

2.4.4 EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD

En química, la solubilidad es una medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolver en un líquido. Puede expresarse en moles por litro, en gramos por litro, o en porcentaje de soluto/disolvente. (70)

Cuando la concentración de una disolución alcanza la solubilidad, se dice que estamos en presencia de una solución saturada; bajo algunas condiciones puede sobrepasarla, denominándose solución sobresaturada. En la solubilidad, el carácter polar o apolar de la sustancia influye mucho, ya que, debido a estos la sustancia será más o menos soluble (69)

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Pesar la capsula de porcelana con la exactitud de ± 0.1 g. Y anotar como M1.
- 2.- Medir con una pipeta 10 ml de agua y se colocó en un vaso de 100 ml, añadir de 1 a 2 g de la muestra (emulsionante) y agitar con una varilla.
- 3.- Insertar el vaso con la solución en otro vaso de 1000 mL que contiene agua las $\frac{3}{4}$ partes de su volumen para baño maría, el mismo que deberá ser colocado sobre el sistema ya armado.
- 4.- Calentar con un mechero al vaso grande hasta que la temperatura indicada (55 a 60 °C)
- 5.- Regular la llama de mechero, de tal manera que la temperatura del baño se mantenga constante.
- 6.- Añadir el emulsionante al vaso pequeño cuando toda la porción de la muestra se haya disuelto, se debe mantener un parte no disuelta en la solución.
- 7.- Sacar el vaso pequeño con la solución cuando alcance la temperatura perdida y con el exceso del soluto (parte no disuelta). Agitar fuertemente para comprobar que el exceso no se disuelva, en ese momento se registra la temperatura.
- 8.- Verter solo el líquido (solución saturada) en la capsula previamente pesada, y la colocar en la balanza, pesar nuevamente con la solución. Anotar como M2.
- 9.- Intercambiar el vaso de 1000 por la cápsula con solución saturada en el sistema de calentamiento.
- 10.- Esperar que se evapore el agua (solvente) de la solución contenida en la cápsula hasta que se forme un sólido blanco (soluto).
- 11.- Apagar el mechero, y esperar hasta que se enfríe el sistema para luego pesar la cápsula con el soluto. (62)

2.5 CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD EMULSIONANTE DE LAS SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

Con la pasta de saponina no hidrolizada obtenida se procedió a establecer la concentración exacta de saponina para la formulación tanto del shampoo como de la crema, para lo cual se procedió a:

Tabla 12: FORMULACIÓN DEL SHAMPOO

INGREDIENTE	FUNCIÓN	CANTIDAD PARA 1 L
Extracto acuoso de romero	Vehículo	900 mL
Texapon	Detergente y emulsionante	100 g
Coperland	Espesante	25 g
NaCl	Espesante	40 g
Ácido Cítrico	Regulador de pH	0.5 g
Metilparabeno	Conservante	0.5 g
Aceite esencial de romero, aceite de aguacate y color	p.a. (principio activo) / Colorante respectivamente	c.s.p

FUENTE: <http://www.ingenieriaquimica.net/foros/4-apuntes-trabajos-practicas-examenes/12839-formula-para-fabricar-shampoo>

- Elaborar la formulación (shampoo y crema) tomando en cuenta la tabla inferior y superior respectivamente.
- Colocar en tubos de ensayo los componentes de cada formulación a una concentración de 15 mL empleando los emulsificantes patrones y el emulsificante de interés (SNH).
- Realizar la evaluación de la capacidad emulsionante añadiendo 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5 y 7,0 g de SNH.
- Comparar las formulaciones obtenidas con las formulaciones patrones respectivamente y establecer la concentración idónea que sea similar a las que contienen el emulsificante comercial.

Tabla 13: FORMULACIÓN DE CREMA O/W

FASE	INGREDIENTE	FUNCIÓN	CANTIDAD/1 L
Fase acuosa	Extracto de romero	Vehículo	800 ml
Fase oleosa	aceite de jojoba y alcohol cetílico	Regulador del sebo / Espesante	25 g
Activo cosmético antibacteriano y purificante	aa.ee. de árbol del té, romero y lavanda	Purificante, astringente y matificante	1.5 g
Emulsificante	Dehyquart	Emulgente	5 ml
Persevante	Metil parabeno	Conservante	0.6 g

FUENTE: <http://www.mendrulandia.net/?id=77>

2.5.1 EVALUACIÓN DE UNA EMULSIÓN

a) EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD

La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal. (55) En realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones. (64) La viscosidad sólo se manifiesta en líquidos en movimiento, la viscosidad de un líquido aumenta al aumentar el número de moles y disminuye al aumentar la temperatura.

También está relacionada con la complejidad de las moléculas del líquido y es una propiedad de todo fluido (líquido gases). Se mide en poises mediante un viscosímetro y el más utilizado es el viscosímetro de Ostwald. La viscosidad de una emulsión depende de numerosos factores, algunos con carácter físico más o menos determinado, otros de tipo físico-químico cuyo efecto empieza solamente a entenderse. (56)

2.5.2 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD A TEMPERATURA AMBIENTE.

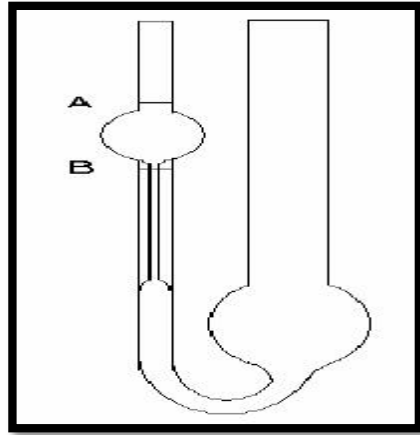


IMAGEN 19: VISCOSÍMETRO DE OSWAL

FUENTE: <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S747B.pdf>

- Se llena del fluido utilizado, (cabe mencionar que se usaron 2 fluidos, shampoo y agua, crema para la realización de este experimento).
- Se vierte el líquido en el viscosímetro de Ostwald, como se ve en la figura, hasta llenar las tres cuartas partes de la esfera o del volumen del bulbo que está en la parte inferior.
- Soplado lentamente por la rama derecha, se hace subir el líquido hasta llegar a la marca (a); para mantener el líquido en esta posición se tapa el otro orificio con el dedo índice.
- Se deja fluir el líquido hacia la bulbo inferior, simultáneamente se toma el tiempo que tarda en descender desde la marca actual (a) hasta la marca (b) que está en la parte inferior del bulbo. (76)
- Esta operación se repitió tres veces para cada fluido.

FÓRMULA EMPLEADA:

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2}$$

DONDE:

1= fluido desconocido

2= fluido conocido)

2.5.3 DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD A TEMPERATURAS A DIFERENTES DEL AMBIENTE.

El experimento se realizó a dos temperaturas diferentes a las del ambiente, estas son: 25 y 40° C

Para la hacer este paso se sumergió el viscosímetro en un vaso de precipitación de 2000 mL, el cual contiene agua a la temperatura deseada, dejándose que el fluido de prueba alcance la misma temperatura, cabe mencionar que el agua debe de cubrir casi hasta la marca del viscosímetro. (57) Para establecer la velocidad del líquido, se colocó el viscosímetro en posición vertical, y se repitió los pasos:

- a) Soplando lentamente por la rama derecha, se hizo subir el líquido hasta llegar a la marca (a); para mantener el líquido en esta posición se tapó el otro orificio con el dedo índice.
- b) Se dejó fluir el líquido hacia la bulbo inferior, simultáneamente se tomó el tiempo que tarda en descender desde la marca actual (a) hasta la marca(b) que está en la parte inferior del bulbo. Esta operación se repitió tres veces para fluido. (58)

2.5.4 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD

Toda emulsión es un sistema termodinámicamente inestable que tiende a separarse en dos fases al transcurrir un determinado tiempo, por lo cual la determinación de la estabilidad resulta un criterio fundamental para valorar la capacidad emulsionante de las saponinas evaluadas.

2.5.4.1 VISCOSIDAD CONTRA TIEMPO

Después de que es hecha una emulsión, se medirá la viscosidad original, y posteriormente se medirá periódicamente para detectar algún cambio. Si existe una variación del 10% de la viscosidad original en menos de 3 meses a temperatura ambiente, significa que se trata de una emulsión inestable. (59)

2.6 COMPARACIÓN DE PRODUCTOS COSMÉTICOS ELABORADOS CON SNH Y EMULSIONANTES COMERCIALES

2.6.1 ENSAYOS ORGANOLÉPTICOS

Proporcionan parámetros que permiten evaluar inmediatamente el estado en que se encuentra la muestra en estudio por medio de análisis comparativos, con el objetivo de verificar alteraciones como: separación de fases, precipitación y turbiedad permitiendo el reconocimiento primario del producto. Se debe utilizar una muestra de referencia, recientemente elaborada, o una muestra del producto, almacenada a temperatura adecuada, para evitar modificaciones en las propiedades organolépticas.

2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para la presente investigación se realizaron pruebas de hipótesis para probar que la concentración de saponinas en el emulsionante natural obtenido sea homogénea al emulsionante sintético. Las posibles hipótesis que se tomaran podrán ser paramétricas o no paramétricas dependiendo de la naturaleza de los datos generados en la presente.

2.7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

VARIABLE RESPUESTA: Viscosidad del shampoo en c.p.s

FACTOR DE INTERÉS: Concentración de saponina en gramos

UNIDADES EXPERIMENTALES: Formulación

MODELO: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

μ : es la media global, asociada con un parámetro desconocido

α_i : efecto debido a la concentración utilizada

e_{ij} : error asociado a la observación Y_{ij}

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para } i \neq j$$

Tabla 14: TABLA DE ANOVA PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	PRUEBA F
TRATAMIENTO	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{(Y_i)^2}{n_i} - \frac{(Y_{..})^2}{N}$	$k - 1$	$SC_T = \sum_{i=1}^k \frac{(Y_i)^2}{n_i} - \frac{(Y_{..})^2}{N}$ /k-1	$\frac{SC_T}{SC_E}$
ERROR	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$SC_E = (SC_T - SC_{TRAT})/N$ - k	
TOTAL	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij})^2 - \frac{(Y_{..})^2}{N}$	$N - 1$		

n : número de observaciones por tratamiento

k : número de tratamientos

N : número total de observaciones en el diseño

Y_{ij} : observación j – ésima del tratamiento i – ésimo

$Y_{i.}$: suma de las observaciones en el tratamiento i

$\bar{Y}_{i.}$: promedio de las observaciones en el tratamiento i

$Y_{.j}$: suma de las observaciones en la repetición j

$\bar{Y}_{.j}$: promedio de las observaciones en la repetición j

$Y_{..}$: suma de todas las observaciones

$\bar{Y}_{..}$: promedio de todas las observaciones

Rechazar H_0 si: la prueba F (f calculado, estadístico de prueba) es mayor que el F tabulado (valor crítico) ver en el anexo valores críticos distribución F. Se acepta H_0 : de otra manera. la prueba f es menor que el valor crítico. El valor p, es el valor mínimo significativo con el cual se puede rechazar una hipótesis. A este valor se lo compara con el nivel de significancia, es decir, si el valor p es menor que el nivel de significancia se rechaza H_0 . Cuando se detectan diferencias significativas en el efecto de los tratamientos, se pueden aplicar pruebas de comparación múltiple de medias.

2.7.2 PRUEBA DE TUKEY

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N - k)S_{\bar{Y}_i}$$

Donde

$$S_{\bar{Y}_i} = \sqrt{\frac{2(CME)}{n}}$$

n # de observaciones por tratamiento

N-k grados de libertad del error

α Nivel de significancia

$q_\alpha(k, N - k)S_{\bar{Y}_i}$ son los puntos porcentuales de la distribución de rango estudentizado

Se declaran significativamente diferentes los pares de medias cuya diferencia muestral en valor absoluto sea mayor que T_α

Rechazar H_0 : si $|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j| > T_\alpha$

Aceptar H_0 : de otra manera

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados, los mismos que corroboran la actividad emulsificante de las saponinas obtenidas a partir del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*).

3.1 OBTENCIÓN DE SAPONINAS A PARTIR DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA

3.1.2 OBTENCIÓN DEL MATERIAL PRIMA

Se obtuvo agua de lavado de quinua en la empresa SUMAK LIFE, localizada en el cantón Guano de la Provincia de Chimborazo, la misma que emplea 1000 mL de agua / 700 Lb de grano de oro; dicha materia prima se recolectó en recipientes limpios y desinfectados para luego ser transportados al Laboratorio de Recursos Naturales de la ESPOCH donde fueron tratados.

Tomando en cuenta que se exporta alrededor de 400 Ton. de quinua/ año se estima que se está desperdiciando aproximadamente 1 259 784, 57 L de agua de lavado lo que según los resultados obtenidos en el CUADRO 3 constituiría 304,29 Kg de saponina no hidrolizada de *Chenopodium quinoa*.

3.2 CONTROL FÍSICO QUÍMICO DE LA DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

3.2.1 DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES, CENIZAS (Técnica NTE INEN 401) Y NITRÓGENO TOTAL

Mediante la ejecución de la metodología se obtuvieron los siguientes resultados.

**CUADRO 1: CONTROL FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA
LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS.
ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012**

DETERMINACIÓN	RESULTADO	UNIDADES	VALOR REFERENCIAL
SÓLIDOS TOTALES	9,15	g/L	-----
CENIZAS	0,351	%	-----
pH	6.8	U	6.5
N. TOTAL DE NITRATOS	0,01036	g/L	10 mg/L

FUENTE: Liliana J. Gunsha

El CUADRO 1 nos indica que la determinación de sólidos totales dio como resultado 9,15 g/mL. Luego se realizó la incineración de la muestra a 550° C para obtener cenizas teniendo como resultado un porcentaje de 0,351% de sales minerales, y en el análisis de nitratos en el agua de lavado de quinua, se tuvo 10,36 mg/L lo cual es un valor bajo sabiendo que este parámetro está ligado al contenido de proteína en la muestra, lo que es considerable ya que la muestra tratada es agua residual y finalmente se obtuvo un pH de 6.8 determinado de este modo que el pH del agua de lavado de quinua es relativamente neutro.

3.2.2 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA

CUADRO 2: TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

METABOLITO	ENSAYO	RESULTADO
Triterpenos y/o esteroides	LIBERMAN BURCHARD	+++
Saponinas	ESPUMA	+++
Sapogeninas	VAINILLINA 1% ETOH	+
Azúcares reductores	FEHLING	+
Compuestos grasos	SUDAN	+++

DÓNDE:

- (-) Significa que se obtuvo un resultado negativo para la identificación de ese metabolito.
- (+) Significa que se obtuvo una baja intensidad de reacción para ese metabolito.
- (+ +) Significa que se obtuvo una intensidad moderada en la reacción para este metabolito.
- (+ + +) Significa que se obtuvo una intensidad alta en la reacción para este metabolito

La reacción de Liebermann-Burchard se empleó para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides (27), de este modo se observó una coloración de rojo a púrpura, teniendo como resultado la presencia significativa de compuestos triterpénicos, resultado que es correcto puesto que en bibliografía se sustenta que aunque se desconoce una estructura bien definida de las saponinas de la quinua, estas son de carácter triterpénico y gracias al estudio fitoquímico realizado podemos concluir que los metabolitos secundarios más representativos presentes en el agua de lavado de la quinua son: ácidos grasos, triterpenos, saponinas, azúcares reductores y sapogeninas metabolitos que corroboran con el sustento teórico investigado. SANTOS, T. 2004 (7).

3.2.3 CUANTIFICACIÓN POR ESPECTROFOTOMETRÍA DE SAPONINAS PRESENTES EN EL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA (HEMOLISIS)

CONTROL DE HEMOLISIS (H)	A₁	A₂	A₃
0% (H); 5 mL CTS 3% + 20 µL sol. GR	0.031	0.028	0.033
Absorbancia	415 nm		
Sangre Humana	"O" Rh positivo		
Incubación	5 mL de dilución, 30 min, 37° C		

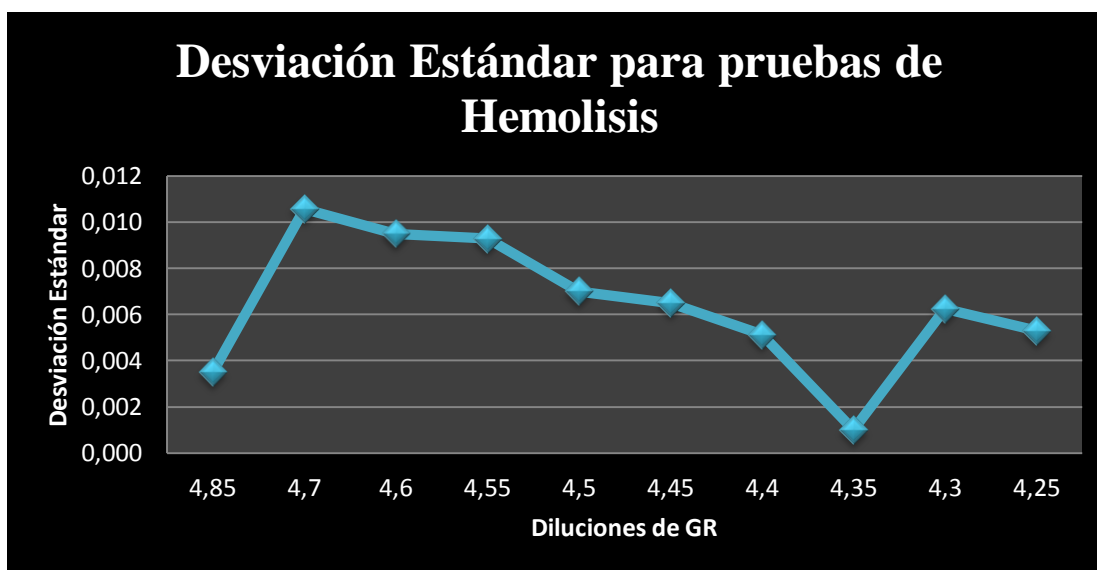
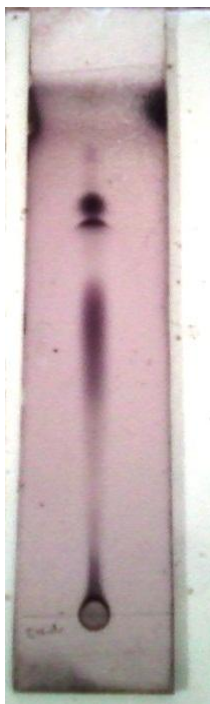


GRÁFICO 1: DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA PRUEBAS DE HEMOLISIS

Como las desviaciones estándar son pequeñas nos indican que la cuantificación de saponinas en el agua de lavado de quinua es homogénea, sin embargo la cantidad de saponinas es más idónea a una concentración de 4,35 con una desviación estándar de 0,001; puesto que la dispersión de los datos en relación a la media muestral es menor en relación a las otras concentraciones. De este modo se cuantificó el contenido de saponinas en el agua de lavado de la quinua por ser un metabolito secundario con acción tensoactiva. Mediante esta cuantificación espectrofotométrica por hemolisis La concentración media de saponinas en el agua de lavado de la quinua es de: $C_m = 1.28 \times 10^{-4} \text{ g/mL}$ o $0.128 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$.

2.2.4 ENSAYOS CROMATOGRÁFICOS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA

El sistema de solventes utilizado fue hexano, acetato de etilo, éter etílico (1:1:1), como revelador se usó Vainillina: H_3PO_4 1%, posterior al calentamiento de la placa a 100°C por 15 minutos en estufa se observó claramente las manchas color violeta.



FOTOGRAFÍA 2: TLC PARA AGUA DE LAVADO DE QUINUA, SISTEMA DE SOLVENTES ÉTER- HEXANO- ACETATO DE ETILO (1:1:1) V/V REVELADOR VAINILLINA ÁCIDO SULFÚRICO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. JULIO 2012
FUENTE: Liliana J. Gunsha

Para el sistema de solventes descrito el Rf de las saponinas son de 0,85 que concuerdan con lo descrito en la bibliografía de referencia para identificación de Esteroles. (27) A partir del agua de lavado de la quinua se identificaron los compuestos existentes para lo cual se empleó la técnica de cromatografía en capa fina conocida también como TLC, se emplea como fase móvil la mezcla de: cloroformo: Hexano: Acetato de etilo (1:1:1) y como revelador una solución de vainillina en ácido fosfórico al 1 % y se calentó en una estufa a 105⁰ C o en un reverbero eléctrico a baja temperatura durante 5 min.

2.2.5 PRUEBA DE ESPUMA

En esta determinación se realizó la prueba de espuma y la medición respectiva al inicio de la misma y finalizada las 24 horas, tomando como blanco la producción de espuma del agua de lavado de quinua. En el cuadro inferior se pueden observar dichos resultados:

CUADRO 3: PRUEBA DE ESPUMA VISTA SAPONINAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

MUESTRA	ESPUMA EN cm /0 h	ESPUMA EN cm /24 h
AGUA DE LAVADO	7 cm	2 cm
SNH	10 cm	4 cm

FUENTE: Liliana J. Gunsha

Analizando el CUADRO 3 se menciona que la producción de espuma en las SNH es mayor que el el agua de lavado; lo cual puede ser consecuencia de los demás compuestos que se encuentran en la misma que de algún modo interfieren en esta prueba. Sin embargo en las dos hay presencia de saponinas.

2.3 OBTENCIÓN DE LA SAPONINA DEL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA

Una vez extraída la saponina por los tres métodos descritos anteriormente se realizó el análisis correspondiente:

CUADRO 4: MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE SAPONINAS (REACTIVOS Y RENDIMIENTO). LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

L	METODOLOGÍA	REACTIVOS	R ₁	R ₂	\bar{X}	Desviación Estándar
A	UMSA	Agua destilada, éter etílico, HCl, etanol, benceno.	1.25 g/L	1.29 g/L	1.27 g/L	0,028284
B	CCBOLGROUP	Agua destilada	2.01 g/L	2.09 g/L	2.05 g/L	0,056569
C	L., BONIFÁZ., ESPOCH (SNH)	Agua destilada, metanol, hexano	4,25 g/L	4.22 g/L	4.23 g/L	0,021213
D	L., BONIFÁZ., ESPOCH (SH)	Agua destilada, metanol, hexano, HCl, éter etílico	0,05 g/2 g SNH	0.08 g/2 g SNH	0.65 g/2 g SNH	0,021213

FUENTE: Liliana J. Gunsha

Mediante la extracción de la saponina por el método A se obtuvo un rendimiento de 1.27 g de polvo de saponina por cada litro de agua de lavado de saponina, los reactivos utilizados fueron agua destilada, éter etílico, HCl, etanol, teniendo como dificultad mayoritaria la filtración con éter etílico, debido a que no solo proporciona un gran impacto ambiental, sino que además debido al contacto puede causar daños en el operador.

Por el método B se obtuvo un rendimiento de 2.05 g de crudo de saponina por cada litro de agua de lavado de saponina, los reactivos utilizados en este caso fueron agua destilada únicamente, sin embargo fue bastante dificultoso la obtención de la misma pues se tuvo que filtrar con milipore de 0.5 μm para simular la ultrafiltración que se requería.

Finalmente por el método C el rendimiento fue de 4, 14 g/L, pero se emplea hexano, metanol y agua destilada para su extracción, en el caso de saponinas hidrolizadas, se obtuvo 0,065 g de saponina por cada 2 gramos de SNH.

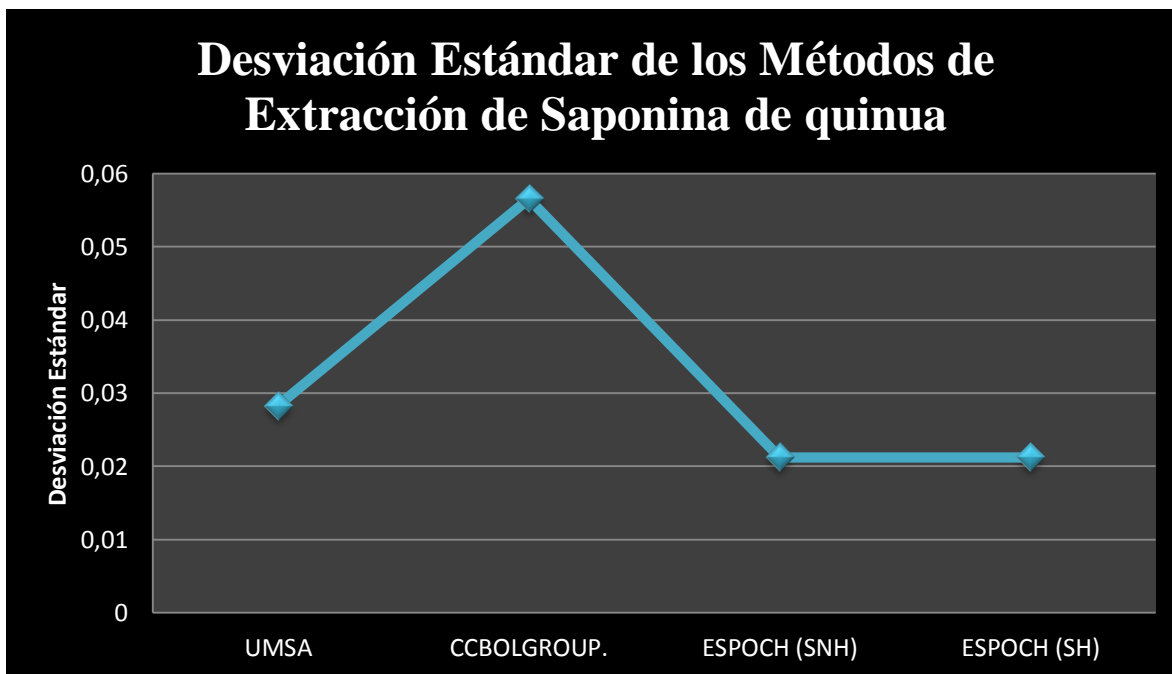


GRÁFICO 2: DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE LAS SAPONINAS DE QUINUA. ESPOCH. FACULTAD DE CIENCIAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. RIOBAMBA, SEPTIEMBRE DEL 2012

Como las desviaciones estándar son pequeñas nos indican que la extracción de saponina con los diferentes métodos es homogénea, sin embargo los métodos de extracción más homogéneos son los métodos ejecutados en nuestra institución puesto que la dispersión de los datos en relación a la media muestral es menor en relación a las otras metodologías.

De este modo analizando el CUADRO 4. Se puede indicar que el mejor método para la obtención de saponina es el método C, pero tomando en cuenta que el producto que se va a elaborar es para uso cosmético, se decidió emplear etanol al 80 % en lugar del metanol, y para eliminar el contenido del mismo se filtró en un embudo Buchner, con papel filtro cualitativo. Quedando de este modo la técnica de obtención de saponina a base del agua de lavado de quinua de la siguiente manera:

CUADRO 5: METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE SAPONINAS A BASE DEL AGUA RESIDUAL DEL LAVADO DE *Chenopodium quinoa*. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

PASO	PROCEDIMIENTO EMPLEADO
1.	Una vez recolectada asépticamente el agua de lavado de la quinua debe dejarse en decantación por lo menos 24 horas para que se sedimenten los sólidos presentes.
2.	Luego se toman 1000 ml de agua de lavado de quinua y se concentra hasta un volumen de 250 ml por evaporación.
3.	El concentrado obtenido anteriormente es colocado en un embudo de separación y se añade 50 ml de hexano para desengrasar la muestra, hasta la formación de dos fases.
4.	La fase interior es la que contiene saponina, a esta fase se le añade etanol caliente hasta la formación de un precipitado.
4.	Para asegurarse que ha precipitado toda la saponina se lo deja en reposo 24 horas, se lo centrifuga a 5000 rpm durante 10 min y se obtiene de este modo un extracto bruto de saponina.
6.	Al crudo de saponina se lo filtra con papel filtro al vacío con papel filtro cualitativo y se obtiene una pasta color marrón de saponina.
7.	La pasta obtenida se diluye con una mezcla de etanol - agua (1:1) para proceder con las pruebas de identificación

FUENTE: Lilibiana J. Gunsha

2.3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS SAPONINAS OBTENIDAS

CUADRO 6 : CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE LAS SAPONINAS DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

SAPONINAS	ASPECTO	COLOR	OLOR	pH
SNH	Semi-sólido	Marrón	Inoloro	6.7

FUENTE: Liliana J. Gunsha

Las SNH obtenidas tuvieron una consistencia pastosa, de aspecto semisólido, cuya apariencia presentó una coloración de café a marrón, no tiene un olor característico y mantiene un pH relativamente neutro.

2.3.2 TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

CUADRO 7: TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE SAPONINAS NO HIDROLIZADAS. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

METABOLITO	ENSAYO	RESULTADO
Triterpenos y/o esteroides	LIBERMAN BURCHARD	+++
Saponinas	ESPUMA	+++
Sapogeninas	VAINILLINA 1% ETOH	+
Azúcares reductores	FEHLING	+
Compuestos grasos	SUDAN	+++

DÓNDE:

- (-) Significa que se obtuvo un resultado negativo para la identificación de ese metabolito.
- (+) Significa que se obtuvo una baja intensidad de reacción para ese metabolito.
- (+ +) Significa que se obtuvo una intensidad moderada en la reacción para este metabolito.
- (+ + +) Significa que se obtuvo una intensidad alta en la reacción para este metabolito

Gracias al estudio fitoquímico realizado se afirma que los metabolitos secundarios más representativos presentes en el agua de lavado de la quinua son: saponinas triterpénicas y azúcares, metabolitos que corroboran con el sustento teórico investigado. (4) La reacción de Liebermann-Burchard se empleó para diferenciar las estructuras esteroidales de los triterpenoides (27), teniendo como resultado la presencia significativa de compuestos triterpénicos.

2.3.3 EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD

Con los datos del anexo 11 se pudo determinar la solubilidad de la SNH, donde claramente se puede notar que es soluble en agua, más no en cloroformo, motivo por el cual se sustenta que las saponinas de quinua son del tipo O/W.

CUADRO 8: ENSAYOS QUÍMICOS PARA IDENTIFICACIÓN DE SAPONINAS DE *Chenopodium quinoa*. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

DETERMINACIÓN	CLOROFORMO	AGUA
PODER EMULSIFICANTE	No se mezcla	Se mezcla
DETERMINACIÓN	COLOR VERDE/AZUL	AMARILLO/ PARDO
SAPOGENINA	No presenta	Presenta

FUENTE: Liliana J. Gunsha

Mediante esta prueba dado que la muestra no tuvo una coloración que varía desde el verde hasta el azul petróleo se descarta la presencia de saponina esteroidal, más bien como la coloración es de color amarillo naranja hasta pardo, se considera positiva esta prueba para saponina triterpénica, a más de ello tiene afinidad por el agua y se mezcla escasamente con el cloroformo, por lo que se determina que la pasta de saponina obtenida es O/W. Para corroborar esto realizó además la prueba de lavado lo que junto con la conductividad afirma lo mencionado anteriormente.

2.3.4 EVALUACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD

Este parámetro nos permitió determinar el tipo de emulsión, aspecto que es de mucha importancia averiguar en primer término si la emulsión es oleoacuosa o hidro oleosa, lo cual se logró de la siguiente manera:

CUADRO 9: RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD DE LAS SAPONINAS DE QUINUA

PARÁMETRO	TEXAPÓN	SNH	DEYQUART
CONDUCTIVIDAD	+	+	±

FUENTE: Liliana J. Gunsha

- (+) Se enciende la luz. Emulsionante que permite la formación de emulsión oleo-acuosa
- (-) no se enciende la luz. Emulsionante que permite la formación de emulsión hidro-oleosa
- (±) Titilación de la luz. Emulsionante que permite la formación de emulsión ligeramente acuosa.

Corroborando con lo descrito en el literal anterior las saponinas son oleo-acuosas, es decir son emulsionantes que permiten formular emulsiones de tipo O/W (gotitas de aceite dispersas en agua).

2.3.5 TLC PARA SAPONINAS NO HIDROLIZADAS



FOTOGRAFÍA 3: TLC PARA SAPONINAS HIDROLIZADAS, SISTEMA DE SOLVENTES ÉTER- HEXANO- ACETATO DE ETILO (1:1:1) V/V REVELADOR VAINILLINA ÁCIDO SULFÚRICO. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. JULIO 2012

FUENTE: Liliana J. Gunsha

Como se puede apreciar no hubo una buena separación de los productos obtenidos en la cromatografía del agua de lavado, sin embargo .en el caso de la cromatografía en capa fina de las SNH, podemos apreciar con mayor nitidez la aparición de manchas bastante definidas, de coloración violeta al revelar con Vainillina: H_3PO_4 1%; se determina un $RF= 0,85$, valor referencial de las saponinas.

2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA CAPACIDAD EMULSIONANTE DE LAS SAPONINAS NO HIDROLIZADAS

CUADRO 10: CAPACIDAD EMULSIFICANTE A 15 mL EN SHAMPOO Y CREMA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012

REPE- TINCIÓN	FORMULACIÓN DE SHAMPOO CON EMULSIONANTE QUÍMICO	FORMULACIÓN DE SHAMPOO CON EMULSIONANTE NATURAL	FORMULACIÓN DE CREMA CON EMULSIONANTE QUÍMICO	FORMULACIÓN DE CREMA CON EMULSIONANTE NATURAL
1	+++	+	+++	+
2	+++	+	+++	+
3	+++	+	+++	+

(-) Significa que no se logró la mezcla deseada entre las fases oleosa y acuosa.

(+) Significa que se obtuvo una baja intensidad de homogenización entre ambas fases.

(+ +) Significa que se obtuvo una intensidad moderada en la homogenización entre las fases

(+ + +) Significa que se obtuvo una intensidad alta en la homogenización entre ambas fases

Dado que el resultado obtenido no fue notoriamente significativo se tomaron 12 tubos de ensayo en los cuales se colocó 5 mL de los ingredientes descritos para la formulación de shampoo y crema. Se realizó la evaluación de la capacidad emulsionante añadiendo g de saponina adicionales en cada tubo.

2.4.1.1 EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD

FÓRMULA EMPLEADA: $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2}$; DONDE: 1= fluido desconocido y 2=fluido conocido

CUADRO 11: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA EL SHAMPOO ENTRE SNH Y TEXAPÓN A TEMPERATURA AMBIENTE 21 °C

SUSTANCIA	VISCOSIDAD	REP. 2	REP 3
AGUA	0.84 cp	0.85	0.84
AGUA DE LAVADO	0.613	0.62	0.618
SHAMPOO CON TEXAPON	2500	2500	2500
SHAMPOO CON SNH	2385.53	2384.23	2384.02
2 g SNH	2064,96	2068,13	2071,12
2,5 g SNH	2162,56	2165,75	2167,82
3 g SNH	2256,17	2244,37	2259,44
3,5 g SNH	2353,77	2355,99	2359,16
4 g SNH	2448,38	2440,22	2454,78
4,5 g SNH	2549,9	2548,25	2537,43
5 g SNH	2633,59	2633,88	2640,09
5,5 g SNH	2738,2	2726,41	2732,74
6 g SNH	2828,88	2831,11	2824,16
6,5 g SNH	2920,14	2912,73	2929,08
7 g SNH	3027,02	3019,36	3027,74

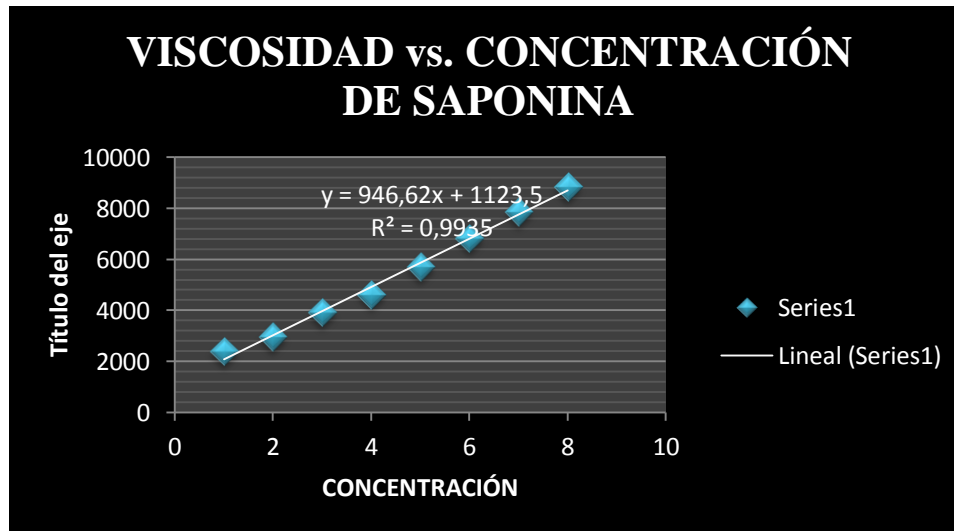


GRÁFICO 3: VISCOSIDAD DEL SHAMPOO A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE SAPONINA NO HIDROLIZADA.

Analizando el CUADRO 11 podemos visualizar el incremento de la viscosidad en relación a la concentración, (29) resultados favorables dado que según bibliografía la viscosidad es directamente proporcional a la concentración, lo que se sustenta también en el GRÁFICO 3

donde se observa una recta que se va incrementando proporcionalmente al eje de las X. sin embargo la viscosidad es idónea a partir de la concentración de 4.5 g de saponina/15 g de formulación de shampoo.

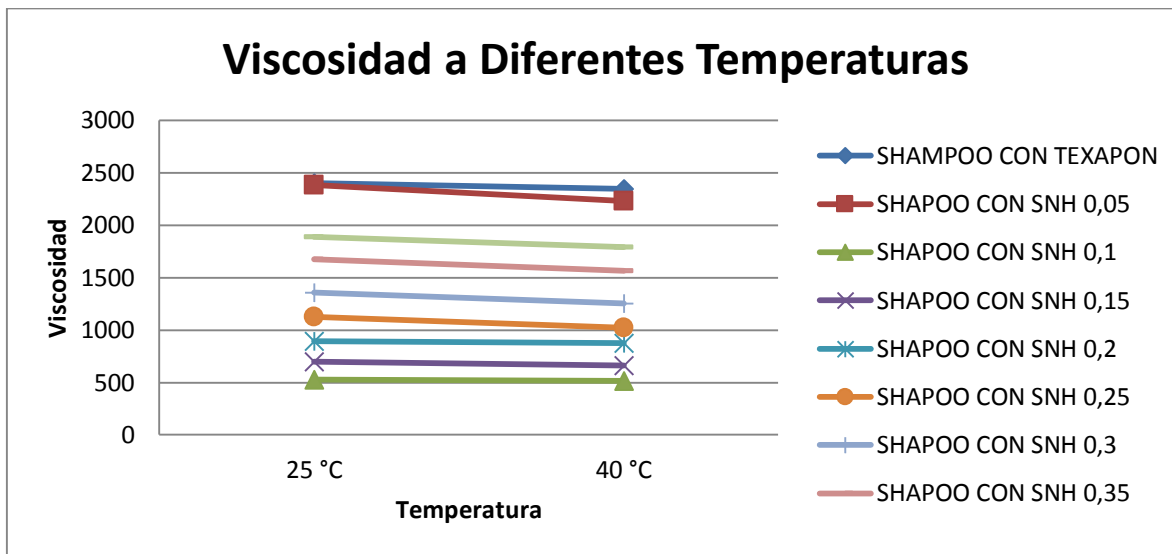


GRÁFICO 4: VISCOSIDAD DEL SHAMPOO A 25 Y 40 ° C

A medida que se aumenta la temperatura la viscosidad se disminuye. Lo que se muestra claramente en el GRÁFICO 4, sustentado por datos bibliográficos donde se menciona que la viscosidad es inversamente proporcional a la temperatura. (76) Además analizando el ANEXO 8 podemos visualizar el incremento de la viscosidad en relación a la concentración, (29) resultados favorables dado que según bibliografía la viscosidad es directamente proporcional a la concentración, sin embargo en este caso la viscosidad es idónea a partir de la concentración de 7,5 g de saponina/15 g de formulación de crema.

2.4.1.2 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD

Analizando el ANEXO 9 y 10 podemos visualizar una buena estabilidad a contra tiempo a una concentración de 6,0 g/15 mL de formulación para el shampoo y a 7,5 g/15 mL de formulación para la crema.

Resultados que son correctos pues según datos bibliográficos las saponinas son emulsionantes O/W (70) y permite formar este tipo de emulsiones, en el caso de la crema se trata de una emulsión W/O, por los componentes que la constituyen es por ello que se requiere gran cantidad de emulsionante natural para obtener una mezcla homogénea similar a la que se obtiene con el Dehyquart.

2.5 MODELO ESTADÍSTICO

Variable respuesta: Viscosidad del shampoo o crema en c.p.s

Factor de interés: Concentración de saponina en gramos

Unidades experimentales: Formulación

Modelo: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

μ : es la media global, asociada con un parámetro desconocido

α_i : efecto debido a la concentración utilizada

e_{ij} : error asociado a la observación Y_{ij}

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$$

$$H_1 = \mu_i \neq \mu_j \text{ para } i \neq j$$

Como el valor del estadístico de prueba (9,742 E + 03 para shampoo) y (7,407 E + 03 para crema) mayor que el valor crítico (2,22 y 2,066 respectivamente) se procede a rechazar H_0 , es decir, al menos dos formulaciones aplicadas tienen diferente viscosidad.

Ya que el valor p (1,408 E-57) es menor que el nivel de significancia (0,05) se procede a rechazar H_0 , afirmando lo anteriormente dicho.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES:

1. Para la extracción de saponina del agua de lavado de *Chenopodium quinoa*, el método de BONIFÁZ, L., con las modificaciones pertinentes es el más optimo pues presentó un rendimiento de 4.23 g/L, color marrón, consistencia pastosa, olor característico y un pH de 6.7.

2. Se evaluó la presencia de saponinas presentes en el agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) a través de la medición de parámetros físicos como prueba de la espuma, la prueba de Liberman Buchard en la que se evidencio la presencia de saponinas triterpénicas, la prueba de hemolisis evidenció que la concentración de saponina es de 0.128×10^{-3} g/mL. Finalmente mediante ensayos cromatográficos se pudo determinar la presencia de saponinas glicosiladas evidenciándose la mancha característica de la saponina con un Rf de 0,85.

3. Por medio de la determinación de la conductividad se estableció el carácter hidrofílico de las saponinas no hidrolizadas de quinua las mismas que debido a la medición de este parámetro son emulsionantes no iónicos que permiten formular emulsiones de tipo O/W.

4. Mediante la comparación de la capacidad emulsionante de las saponinas no hidrolizadas con dos emulsionantes químicos, se determinó que las mismas no presentan características de emulsión similares a 1,5 ml o g/15 mL de formulación, sin embargo se concluye que a una concentración de 6 g /15 mL de formulación de shampoo y 7,5 g/15 mL de formulación de crema las saponinas glicosiladas actúan como emulsionantes pues se evidencia un aumento significativo de la viscosidad y la estabilidad a contra tiempo, garantizando de este modo una vida de estantería adecuada para productos cosméticos naturales.

5. Se concluye que las saponinas extraídas del agua de lavado de *Chenopodium quinua* tienen capacidad emulsionante para la formulación de emulsiones de tipo O/W, no presentan carga por lo que se consideran como emulsionantes no iónicos, son de naturaleza oleoacuosa, tienen un pH neutro y son útiles para la elaboración de productos cosméticos puesto que para su obtención se utilizaron reactivos de baja toxicidad.

CAPITULO V

5. RECOMENDACIONES:

1. Realizar el control de calidad de las formulaciones de shampoo y crema con SNH obtenidas en la presente investigación para su posterior comercialización y formular nuevos cosméticos tipo O/W, para aprovechar al máximo este recurso de desecho.
2. Utilizar la pasta de saponina obtenida como emulsionante auxiliar para la elaboración de formulaciones W/O.
3. En emulsiones de tipo W/O se recomienda utilizar la pasta de saponina no hidrolizada como emulsionante auxiliar para la elaboración de productos cosméticos.
4. Se está desperdiciando anualmente alrededor de 1 259 784, 57 L de agua de lavado, que según los resultados obtenidos constituiría 304,29 Kg de saponina no hidrolizada de *Chenopodium quinoa*, por lo que se considera necesario recomendar a la empresa SUMAK LIFE que se aproveche este recurso mediante la implementación de maquinaria adecuada que le permita no solo aprovechar la semilla de quinua sino también su cascarilla y agua de lavado.
5. Evaluar la capacidad de estimulación de ácido hialurónico de la quinua, con la finalidad de aprovechar esta propiedad para la formulación de cremas antienvjecimiento.

CAPITULO VI

RESUMEN

Para la elaboración del emulsionante cosmético a base del agua de lavado de quinua, se obtuvo la materia prima de la empresa SUMAK LIFE, localizada en la Provincia de Chimborazo, la misma que emplea 1000 L de agua por cada 700 Lb de grano de *Chenopodium quinoa*; para la presente investigación se empleó el método experimental deductivo.

La extracción de saponina y la determinación de la capacidad emulsionante, se realizaron en los laboratorios de Productos Naturales, de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, donde se evaluaron cuatro metodologías, siendo el método desarrollado por BONIFÁZ., L. con las modificaciones pertinentes el que mostró mejor rendimiento (4,24 g/L); la presencia de estos metabolitos fueron confirmados mediante la ejecución de parámetros físicos, químicos y cromatográficos (sistema de solventes hexano-éter-acetato de etilo (1:1:1) y vainillina: H₃PO₄ 1% como revelador). Con la pasta de saponina obtenida se elaboró shampoo y crema para evaluar su capacidad emulsionante; estableciéndose que 5.0 g/15 mL para shampoo y 5.5 g/15 mL para crema son las concentraciones equivalentes a las mantienen características similares (viscosidad, solubilidad, textura, consistencia y estabilidad) en relación a los productos cosméticos elaborados con emulsionantes químicos.

De este modo se concluye que las saponinas extraídas del agua de lavado de *Chenopodium quinua* tienen capacidad emulsionante para la formulación de emulsiones de tipo O/W, no presentan carga por lo que se consideran como emulsionantes no iónicos, son de naturaleza oleoacuosa, tienen un pH cercano a la neutralidad y son útiles para la elaboración de productos cosméticos puesto que para su obtención se utilizaron reactivos de baja toxicidad; no nocivos para la piel. Se recomienda el uso de este ingrediente cosmético para la elaboración de productos naturales o ecológicos certificados por la baja toxicidad que presenta frente a los emulsionantes sintéticos.

ABSTRACT

For the elaboration of the cosmetic emulsifier with the help of the water of washed quinoa, the raw material of the company SUMAKLIFE was obtained, located in the Province of Chimborazo, the same one that 1000 L of water uses for each 700 Pounds of grain of *Chenopodium quinoa*; for the present investigation the deductive experimental method was used. The saponin extraction and the determination of the emulsifier capacity, they were carried out in the laboratories of Native substances, of the Sciences Faculty of the ESPOCH, where four methodologies were evaluated, being the method developed by BONTFÂZ., L. with the pertinent modifications the one that showed better yield (4,24 g/L); the presence of these metabolites was confirmed by means of the execution of physical, chemical and chromatographic parameters (system of solvent ethyl hexane-ether-acetate (1:1:1) and vainillin: H₃PO₄ 1% as developer). With the paste of saponine obtained shampoo and cream was elaborated to evaluate its emulsifier capacity; settling down that 5.0 g/15 ml, for shampoo and 5.5 g/15 ml. for cream are the equivalent concentrations to which maintain similar characteristics (viscosity, solubility, texture, consistency and stability) in relation to the cosmetic products elaborated with chemical emulsifiers.

This way it is concluded that the extracted saponines of the water of washed of *Chenopodium quinoa* have emulsifier capacity for the formulation of type emulsions O/W, they don't present load what are considered as non ionic emulsifier, they are of nature oleoacuosa, they have a near pH to the neutrality and they are useful for the elaboration of cosmetic products since the production thereof reagents of low toxicity were used; not noxious for the skin. The use of this cosmetic ingredient is recommended for the elaboration of native substances or ecological certified by the drop toxicity that presents in front of the synthetic emulsifiers.

CAPÍTULO VII

7.-BIBLIOGRAFÍA

1. **AZUARA, S.**, *Módulo de Cosmetología.*, 5ª ed., Cartagena-Colombia., Videocinco., 2012., Pp. 40-48.
2. **BIANUCCI, G. y RIBALDONE, E.**, *Análisis Químico del Agua Natural y Contaminada.*, 2ª ed., Madrid-España., Acribia, S.A., 2003. Pp. 16-28.
3. **CARRASCO, F.**, *Diccionario de Productos Cosméticos.*, 4ª ed., Málaga-España., Guinam., 2009., Pp. 132-146.
4. **DOMÍNGUEZ, X.**, *Métodos de Investigación Fitoquímica: Saponinas y Sapogeninas.*, 2ª ed., México DF.-México., Limusa., 1979., Pp. 149-159.
5. **FONTAN, J.**, *Las Saponinas y la Botánica.*, 2ª ed., Madrid-España., Muraltia., 2002., Pp. 17-21.
6. **JIMÉNEZ, P.**, *Caracterización Química y Estructural de Semillas de Quinoa Variedad Cica.*, 4ª ed., La Paz-Bolivia., Bolivariana., 2009., Pp. 26-31.

7. **LOCK, O.**, *Investigación Fitoquímica: Tamizaje Fitoquímico.*, 2ª ed., Lima-Perú., Fondo editorial PUCP..., 1994., Pp. 3-8, 255-289.
8. **VERNON, J.**, *Laboratorio de Operaciones Unitarias: Prácticas de Laboratorio.*, Iztapalapa-México., 2ª ed., 2008., Pp. 14-18.
9. **WAGNER, H. y BLADT, S.**, *Plant Drug Analysis: Saponin Drugs.*, 2ª ed., Berlin- Alemania- ., 1996., Pp. 305-313.
10. **WILKINSON y OTROS.**, *Cosmetología de Harry.*, 4ª ed., Madrid-España., Ediciones Díaz de Santos S.A., 1990. Pp. 23-56.
11. **ARANBERRY y OTROS.**, *Revista Iberoamericana de Polímeros: Elaboración y caracterización de emulsiones estabilizadas por polímeros y agentes tensoactivos.*, 2ª ed., Volumen 7., N°3., Londres - Reino Unido., Colloid., 2006., Pp. 12-15.
12. **DIÁZ, L.**, *Revista de Estudios Transdisciplinarios: Interacciones Moleculares entre Plantas y Microorganismos: Saponinas como Defensas Químicas de las Plantas y su Tolerancia a los Microorganismos*, 3ª ed., Volumen 1., N° 2., 2009., Buenos Aires-Argentina., Editorial Redalyc., 2003., Pp. 32-55.
13. **TAPIA, M.**, *Revista: Quinoa en Agroindustria.*, 3ª ed., Oruro-Bolivia., Cabolqui., 2006., Pp. 42-45.

14. **HOCDE, H.**, Revista Geográfica de Valparaíso: *El Futuro de la Quinoa en Chile: Diversas Lógicas y Escenarios de Evolución y sus Consecuencias sobre la Biodiversidad y la Dinámica de los Territorios.*, 5ª ed., Volumen 3., N° 42., Valparaíso-Chile., Montpellier., 2009., ISSN 0716 – 1905., Pp. 124 – 141.

15. **HERNÁNDEZ, R.**, Revista e-Gnosis: *Extracción y Cuantificación Indirecta de Saponinas de Agave (Lechuguilla torrey).*, 2ª ed., VOL. 3., N° 35., México-Guadalajara., Redalyc., 2005., Pp. 23-25.

16. **NARANJO P.**, Revista de Ciencia y Tecnología: *Casa de la Cultura Ecuatoriana.*, 2ª ed., Vol. 1., N° 34., Quito-Ecuador., Altiplano., 2002., Pp. 11-36.

17. **ACUÑA, M.**, *Elementos Introductorios sobre tensoactivos en solución y la Fabricación de Emulsiones.*, Santiago-Chile, Rhenium., 2010., Pp. 25-37.

18. **DIARIO COMERCIO ECUADOR.**, “*El boom de la quinua en Ecuador*”., Sección Agromar., Quito – Ecuador., El Comercio., 2012., Pp. 11.

19. **ECOCERT**, *Normativa que Define los Productos Cosméticos orgánicos y naturales.*, Francia- Paris, L’ISLE-JOURDAIN., 2003. Pp. 6-9.

20. **RAMOS, Y.**, *Estudio de la Obtención de Emulsificantes Catiónicos a partir del Aceite de Coco en la Formulación de Fluidos para la Estimulación Ácida de Petróleo.*, México-Toluca., Ciencia Ergo Sum., 2007., Pp. 197-202.

21. **SANTOS, T.**, *Métodos para la Extracción, Aislamiento Purificación y Caracterización de Saponinas.*, Lima- Perú., Alamus S.A., 2004., Pp. 2-15.
22. **TAPIA y OTROS.**, *Origen y domesticación de las especies alimenticias en la Región Andina.*, Oruro-Bolivia., Anvisa., 2007., Pp. 34-45.
23. **TAPIA, M.**, *Agronomía de los cultivos Andinos en: Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación.*, Santiago-Chile., FAO., 1997., Pp. 147-163.
24. **PROCEL, R.**, *Informe de Prácticas Laborales: Extracción de la Saponina presente en el agua de lavado de la Quinoa.*, Oruro-Bolivia., Cobolgroup., 2001., Pp. 3-6.
25. **VENTURA, C.**, *Los Compuestos Esteroidales o Saponinas en la Palma del Desierto (Yucca schidigera) y sus Aplicaciones.*, México-Chihuahua., Unimago., 2010., Pp. 3-6.
26. **ZEGARRA, G.**, *Actividad Detergente y Acaricida de Principios activos de Quinuas Amargas, Aceites Esenciales y Tarwi.*, Facultad de Ciencias e Ingeniería., Licenciatura en Química., Lima - Perú., Tesis 2010., Pp. 50 -59
27. **BONIFÁZ, L.**, *Determinación de la actividad insecticida de la Saponina de Quinoa (Chenopodium quinoa) Hidrolizada y no Hidrolizada sobre Drosophila melanogaster.*, Facultad de Ciencias Bioquímico Farmacéutico., Riobamba – Ecuador., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Tesis 2011, Pp. 7 -73.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET:

EMULSIONANTE:

28. http://www.imagenpersonal.com/di_in_co_4ed_muestra.pdf
(9-06-2012)
29. http://www.imagenpersonal.com/di_in_co_4ed_muestra.pdf
(9-06-2012)
30. <http://es.shvoong.com/importancia-los-emulsionantes.htm>
(9-06-2012)
31. http://www.ladyverd.com/cosmeticos_si_pero_ecologicos.htm
(11-06-2012)
32. <http://www.doctoradornn.ufro.cl>
(11-06-2012)
33. http://www.naturaorganics.com/los_ingredientes_utilizados.htm
(11-06-2012)
34. <http://www.quiminet.com>
(19-06-2012)

EMULSIONANTES/PROPIEDADES:

35. <http://www.molinoscoloidales.com>
(15-06-2012)
36. <http://www.textoscientificos.com/emulsiones/elaboracion.htm>
(15-06-2012)

37. <http://www.farmaciaserra.com/emulsificantes-naturales.html>
(15-06-2012)

38. <http://patentados.com/invento/emulsionantes.html>
(29-06-2012)

QUINUA:

39. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1673/1/CD-2626.pdf>
(18-06-2012)

49. <https://sites.google.com/site/alimentos-ancestrales.html>
(18-06-2012)

50. <http://ccbolgroup.com/saponina.html>
(18-06-2012)

51. http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinoa_es.pdf
(21-06-2012)

52. <http://www.monografias.com/trabajos58/quinoa/quinoa2.shtml>
(21-06-2012)

53. www.fao.org/ec/archivos/comunicados/agroecologia%20quinoa.pdf
(25-06-2012)

54. http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/libro10/cap03_1_0.html
(25-06-2012)

QUÍMICA HETERÓSIDOS:

55. <http://es.scribd.com/doc/54565430/Medicinales.htm>
(25-06-2012)

56. www.ehu.es/biomoleculas/hc/sugar33c.htm
(25-06-2012)

SAPONINA DE LA QUINUA:

57. <http://www.rdnatural.es>
(28-06-2012)
58. <http://www.mbarnes.force9.co.uk/belizemoths/dioptidae.htm>
(28-06-2012)
59. <http://www.monografias.com>
(28-06-2012)
60. <http://www.rlc.fao.org/es/contenido/libro10/cap01.html>
(28-06-2012)
61. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Saponina/6277340.html>
(29-06-2012)
62. <http://cabierta.uchile.cl/revista/21/articulos/pdf/paper6.pdf>
(29-06-2012)
63. <http://es.scribd.com/doc/53700994/Sap-on-in-As.html>
(25-06-2012)

SAPONINAS POLARIDAD:

64. www.elergonomista.com/quimica/pol.html
(25-06-2012)
65. www.esi2.us.es/DFA/CEMI/Teoria/Tema7.pdf
(25-06-2012)

TENSOACTIVOS:

66. <http://industria-farmaceutica.info/articulos.html>
(29-06-2012)

67. www.scribd.com
(25-06-2012)

TENSOCTIVOS / ESTABILIDAD

68. <http://www.quiminet.com/estabilidad-de-las-emulsiones.htm>
(29-06-2012)

TENSOCTIVOS / SOLUBILIDAD

69. <http://icqa.espol.edu.ec/sites/icqa.espol.edu.ec>
(29-06-2012)

70. <http://www.educatina.com/quimica-organica/aci-carboxilicos.htm>
(29-06-2012)

TEXAPÓN Y DEIQUART:

71. <http://dspace.esPOCH.edu.ec>
(29-06-2012)

72. <http://www.fcq.unc.edu.ar/cime/laurilsulfato.htm>
(29-06-2012)

TOXICIDAD DE COSMÉTICOS:

73. <http://www.valgreen.es/blog/beneficios-de-la-bio-cosmetica.htm>
(29-06-2012)

74. <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.aspnotid=78.htm>
(29-06-2012)

75. <http://quimico.mx/DREAMWEAVER/TENSOACTIVOS.htm>
(29-06-2012)

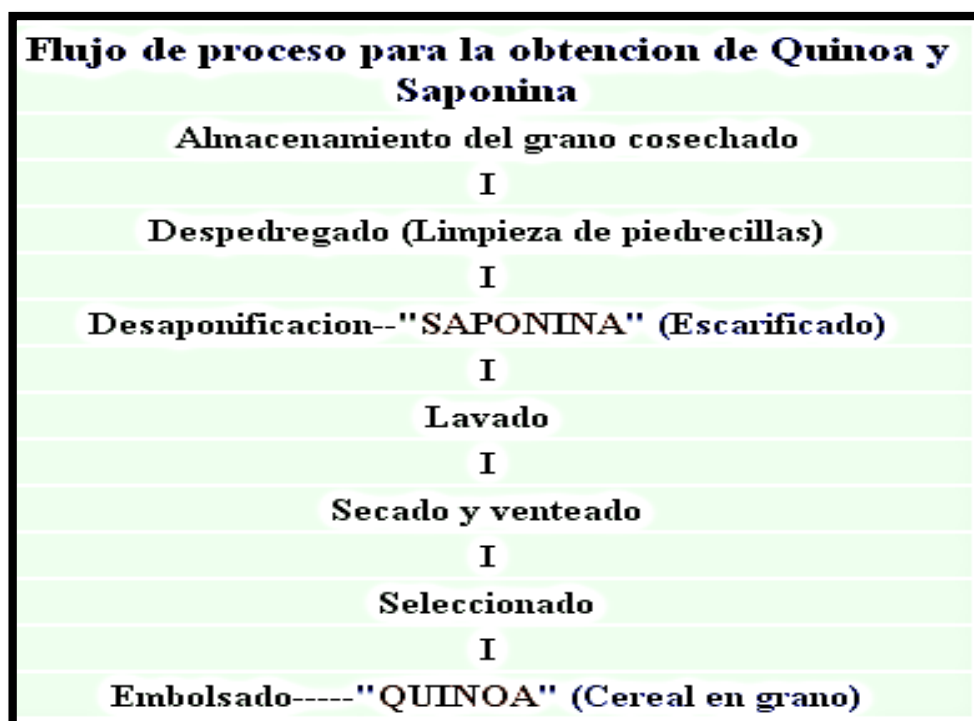
VISCOSIDAD

76. <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S747B.pdf>
(29-06-2012)

CAPÍTULO VIII

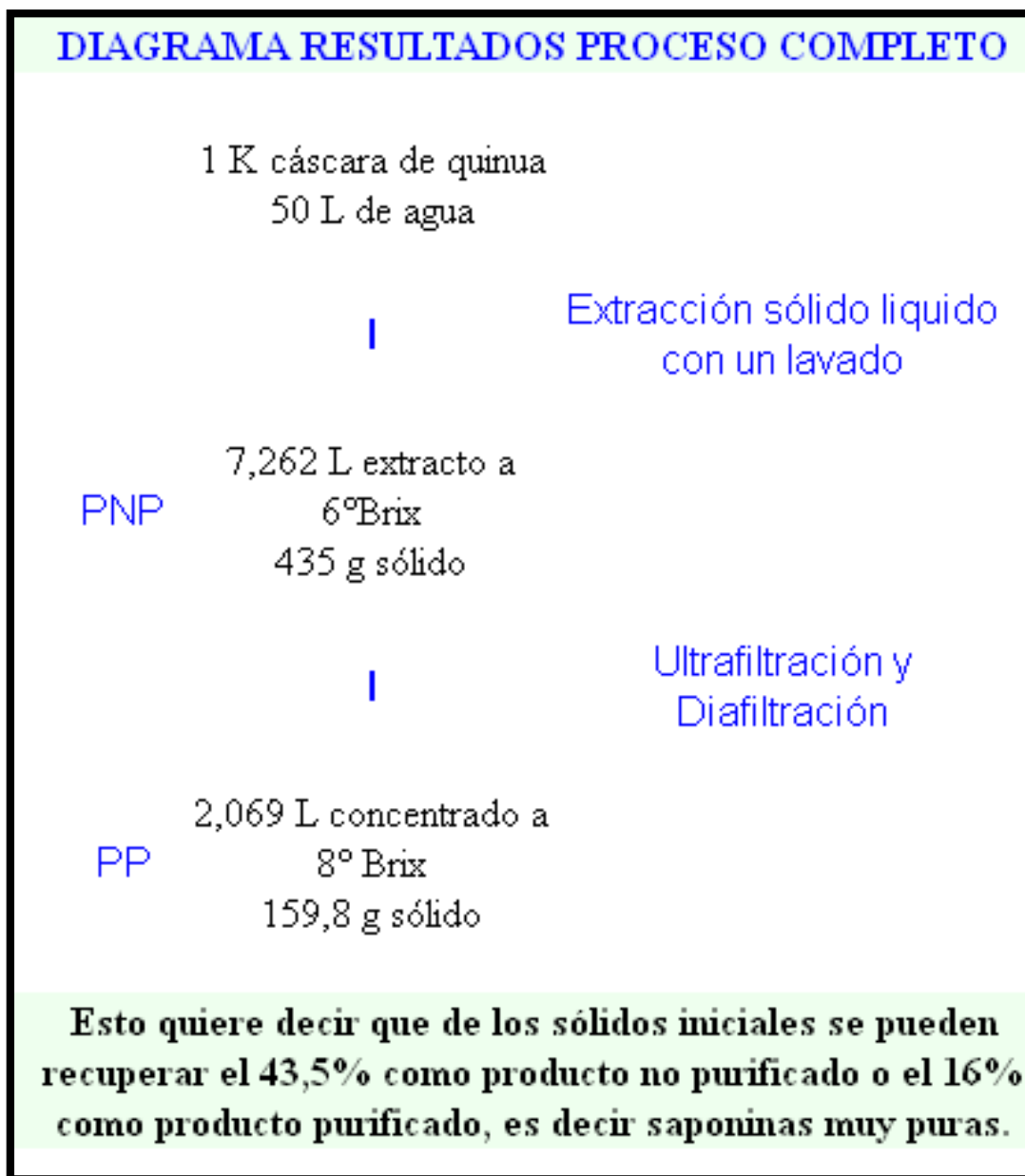
8. ANEXOS

ANEXO 1: FLUJOGRAMA PARA LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DEL MOJUELO DE QUINUA



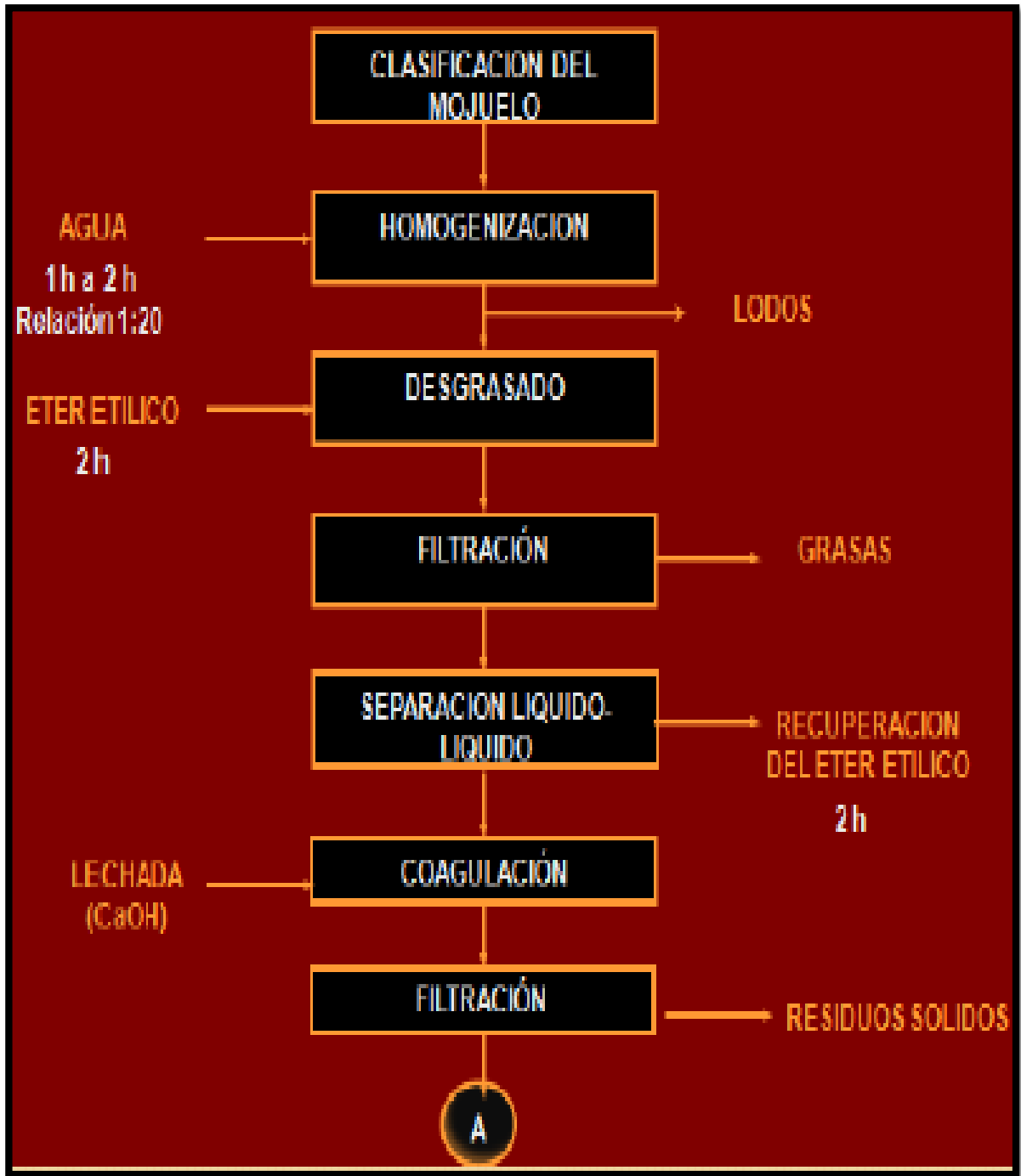
FUENTE: <http://ccbolgroup.com/saponina.html>

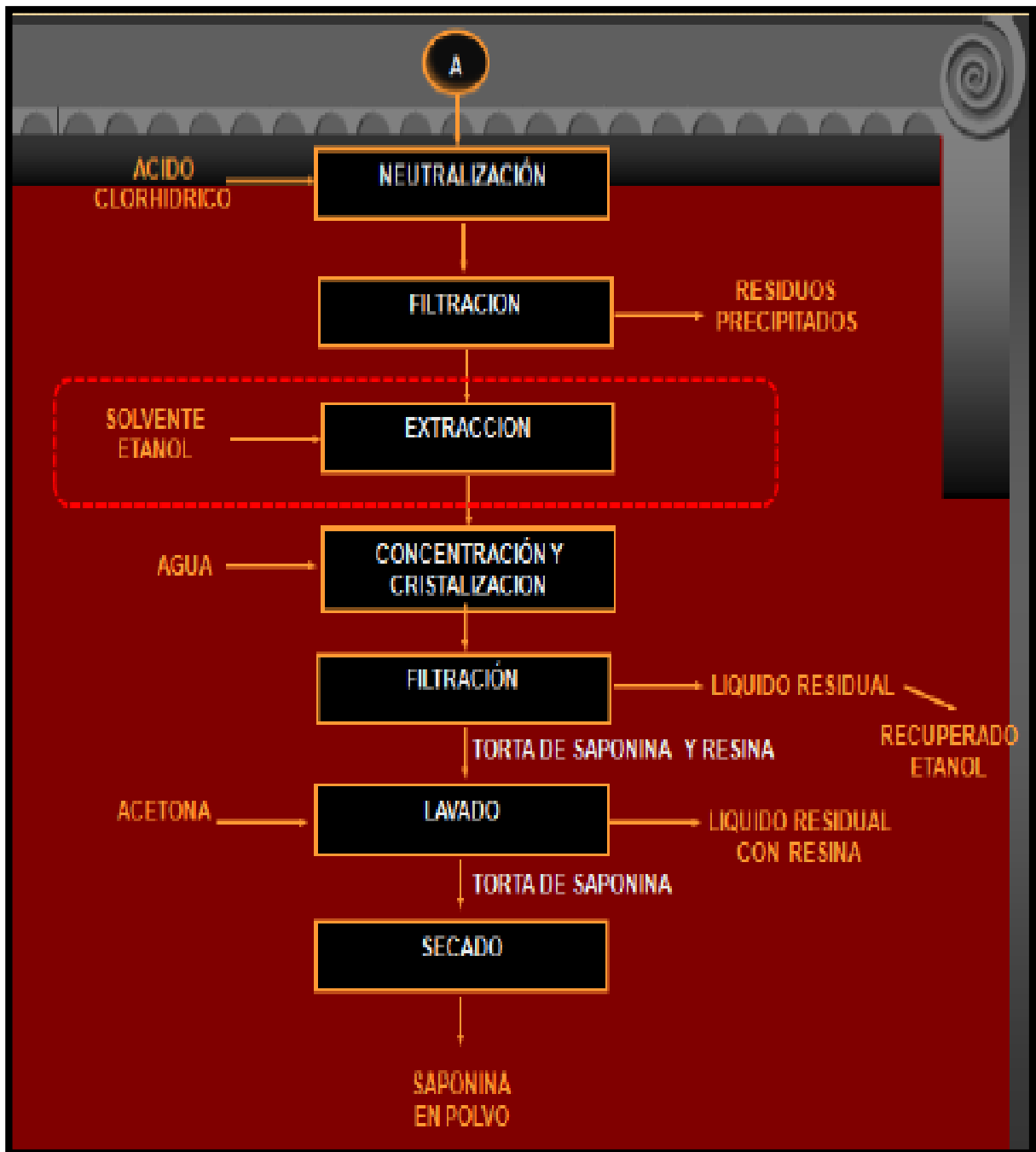
ANEXO 2: DIAGRAMA PARA LA EXTRACCIÓN DE LA SAPONINA DE QUINUA DEL ESCARLILLADO



FUENTE: <http://ccbolgroup.com/saponina.html>

ANEXO 3: FLUJOGRAMA UTILIZADO PARA LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS A PARTIR DEL ESCARLILLADO DE QUINUA EN LA UMSA (BOLIVIA)





FUENTE: RUBÉN MIRANDA/UMSA (<http://ccbolgroup.com/saponina.html>)

:

ANEXO 4: DATOS DE LA HEMOLISIS PRODUCIDA POR EL AGUA DE LAVADO DE LA QUINUA. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA JULIO 2012

N°	Muestra (mL)	CTS. 3% (mL)	VT (mL)	20 µL sol. GR	A ₁	A ₂	A ₃	Desviación Estándar
1	0.15	4.85	5	20	0.047	0.040	0.043	0,004
2	0.30	4.70	5	20	0.062	0.078	0.082	0,011
3	0.40	4.60	5	20	0.102	0.093	0.112	0,010
4	0.45	4.55	5	20	0.125	0.127	0.142	0,009
5	0.50	4.50	5	20	0.177	0.188	0.175	0,007
6	0.55	4.45	5	20	0.248	0.241	0.254	0,007
7	0.60	4.40	5	20	0.297	0.300	0.290	0,005
8	0.65	4.35	5	20	0.307	0.309	0.308	0,001
9	0.70	4.30	5	20	0.113	0.315	0.327	0,006
10	0.75	4.25	5	20	0.322	0.330	0.320	0,005

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 5: FORMULACIÓN DEL SHAMPOO CON EMULSIONANTE QUÍMICO Y SNH PARA 15 mL. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012

INGREDIENTE	1 LITRO	15 mL
Extracto acuoso de romero	900 mL	13.5
TEXAPÓN	100 g	1.5
Coperland	25 g	0.38
NaCl	40 g	0.6
Ácido Cítrico	0.5 g	0.008
Metil parabeno	0.5 g	0.008
Aceite esencial de romero, aceite de aguacate y color	c.s.p	c.s.p

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 6 : FORMULACIÓN DE CREMA CON EMULSIONANTE QUÍMICO Y SNH PARA 15 mL. LABORATORIO DE PRODUCTOS NATURALES. FACULTAD DE CIENCIAS. ESPOCH. RIOBAMBA AGOSTO 2012

INGREDIENTE	1 LITRO	5 mL	10 mL	15 mL
Extracto acuoso de romero	800 ml	4	8	
Alcohol cetílico	100 g	0.5	1	1.5
aceite de jojoba	25 g	0.125	0.25	0.38
Pantenol	1.5 g	0.0075	0.015	0.023
Deyquart	10 ml	0.05	0.1	0.15
Metil parabeno	0.6 g	0.003	0.006	0.009

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 7: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA EL SHAMPOO ENTRE SNH Y TEXAPÓN A 25 Y 40 °C

SUSTANCIA	ρ	TIEMPO	η	25 °C	40 °C
SHAMPOO CON TEXAPÓN	2,33	303,6	2500	2400	2380
SHAMPOO CON SNH 1,5	2,25	300	2385,53	2384,23	2373,02
SHAMPOO CON SNH 2,0	2,63	318	528,36	528,36	524,54
SHAMPOO CON SNH 2,5	3,04	361	701,31	701,31	698,98
SHAMPOO CON SNH 3,0	3,44	380	891,04	891,04	884,76
SHAMPOO CON SNH 3,5	3,81	423	1125,61	1125,61	1121,34
SHAMPOO CON SNH 4,0	4,4	439	1355,52	1355,52	1354,99
SHAMPOO CON SNH 4,5	4,6	482	1673,31	1673,31	1667,08
SHAMPOO CON SNH 5,0	4,99	501	1891,46	1891,46	1890,99

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 8: EVALUACIÓN DE LA VISCOSIDAD PARA LA CREMA ENTRE SNH Y DEHYQUART A TEMPERATURA AMBIENTE

SUSTANCIA	REP. 1	REP. 2	REP. 3
CREMA CON DEYQUART	900	900	900
CREMA CON SNH	281.44	280.54	285.32
5 g SNH	296,98	287,06	299,32
7,5 g SNH	418,66	417,09	406,88
10 g SNH	507,13	514,12	529,44
12,5 g SNH	625,2	637,15	631
15 g SNH	729,27	737,18	731,56
17,5 g SNH	844,34	845,21	844,12
20 g SNH	948,41	957,24	962,68
22,5 g SNH	1078,48	1077,27	1073,24
25 g SNH	1179,55	1182,3	1183,8

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 9 : VISCOSIDAD EN CONTRA TIEMPO PARA SHAMPOO CON TEXAPÓN Y SNH

PARÁMETRO	REFERENCIA	SHAMPOO CON SNH										
		2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
η (Cp.) / SEMANA	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71
SEMANA 1	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71
SEMANA 2	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71
SEMANA 3	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71
SEMANA 4	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46
SEMANA 5	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46
SEMANA 6	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46
SEMANA 7	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57
SEMANA 8	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57
SEMANA 9	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57
SEMANA 10	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57
SEMANA 11	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57
SEMANA 12	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 10: VISCOSIDAD EN CONTRA TIEMPO PARA CREMA CON DEHYQUART Y SNH

PARÁMETRO	REFERENCIA	CREMA CON SNH								
		2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
η (Cp.) / SEMANA	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 1	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 2	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 3	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 4	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 5	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 6	900	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 7	900	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 8	900	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 9	900	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 10	900	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 11	900	277,02	389,69	496,43	606,12	707,25	815,25	922,93	1038,98	1140,87
SEMANA 12	900	277,02	389,69	496,43	606,12	707,25	815,25	922,93	1038,98	1140,87

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 11 : DATOS SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA SOLUBILIDAD A 15, 20 Y 25 ° C

Masa de la cápsula vacía (M_1)	77.05 g
Masa de la cápsula + solución (M_2)	78.46 g
Masa de la cápsula + soluto (M_3)	79.56 g

Masa del crudo de saponina y del agua

$$\text{Masa del soluto} = M_3 - M_1 = 79.56 \text{ g} - 77.05 \text{ g} = 2.51 \text{ g}$$

$$\text{Masa de solvente} = M_3 - M_2 = 79.56 \text{ g} - 78.46 \text{ g} = 1.10 \text{ g}$$

$$\frac{\text{masa del soluto}}{\text{masa del solvente}} = \frac{x \text{ g soluto}}{100 \text{ g solvente}}$$

$$\frac{2.51 \text{ g}}{1.10 \text{ g}} = \frac{x = \text{g soluto}}{100 \text{ g solvente}}$$

$$x = \frac{100 \text{ g solvente} \times 2.51 \text{ g soluto}}{1.10 \text{ g solvente}} = 228.18 \text{ g} / 100 \text{ g solvente}$$

ANEXO 12 : EVALUACIÓN DE LA SOLUBILIDAD DEL CRUDO DE SAPONINA A 15, 20 Y 25 °C

T ° C	SUSTANCIA	PARÁMETRO				
			TEXAPÓN	SHAMPOO CON SNH	DEYQUART	CREMA CON SNH
15	AGUA	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	500.45	228.18	500.99	212.09
15	CLOROFORMO	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	389.89	110.38	467.83	100.05
20	AGUA	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	543.05	245.80	534.96	264.01
20	CLOROFORMO	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	390.67	116.08	469.63	156.02
25	AGUA	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	590.77	267.21	596.00	281.04
25	CLOROFORMO	SOLUBILIDAD g/100 g solvente	391.70	118.03	475.83	160.74

FUENTE: Liliana J. Gunsha

ANEXO 13: FOTOGRAFÍAS DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA



FOTOGRAFÍA 2: RECOLECCIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA



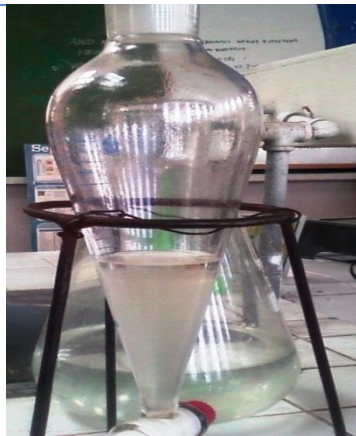
FOTOGRAFÍA 3: CONCENTRACIÓN DEL AGUA DE LAVADO DE QUINUA



FOTOGRAFÍA 4: SEPARACIÓN DE LAS GRASAS CON BENCENO



FOTOGRAFÍA 5: SEPARACIÓN DE LAS GRASAS CON BENCENO (VISTA CERCANA)



FOTOGRAFÍA 6: PORCIÓN ETÉREA DE LA EXTRACCIÓN DE SAPONINAS DE QUINUA



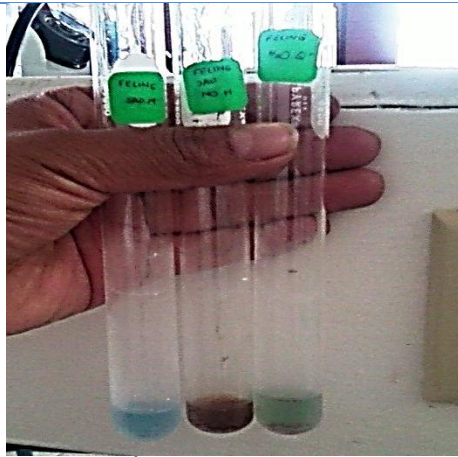
FOTOGRAFÍA 7: PROCESO DE CENTRIFUGACIÓN



FOTOGRAFÍA 8: FILTRADO DEL CRUDO DE SAPONINA



FOTOGRAFÍA 9: PASTA DE SAPONINA



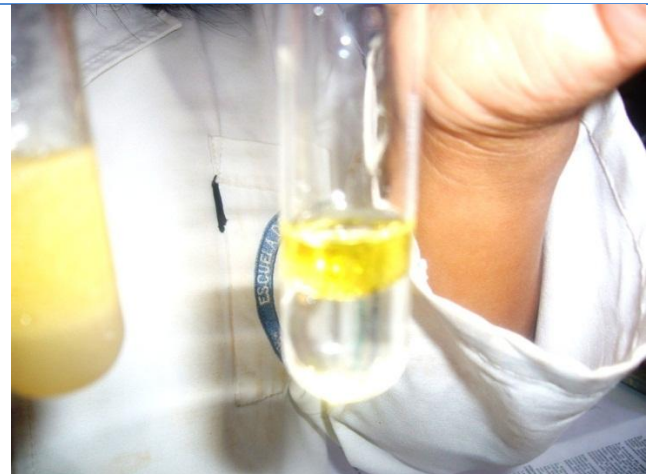
FOTOGRAFÍA 10: PRUEBA DE LIBERMAN BURCHARD



FOTOGRAFÍA 11: PRUEBA DE ESPUMA



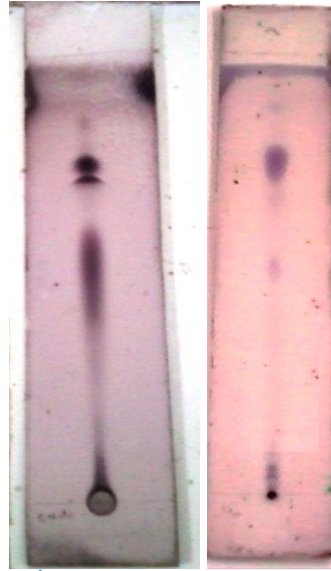
FOTOGRAFÍA 12: PRUEBA DE ESPUMA



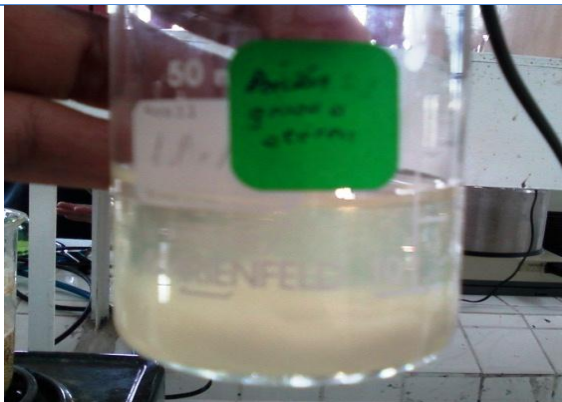
FOTOGRAFÍA 13: PRUEBAS DE EMULSIÓN



FOTOGRAFÍA 14: CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA



FOTOGRAFÍA 15: TLC PARA AGUA DE LAVADO Y SNH



FOTOGRAFÍA 16: PORCIÓN ETÉREA DEL CONCENTRADO DE SAPONINAS



FOTOGRAFÍA 17: DETERMINACIÓN DE CENIZAS



FOTOGRAFÍA 18: ESCARILLADORA DE LA PLANTA DE SUMAK LIFE



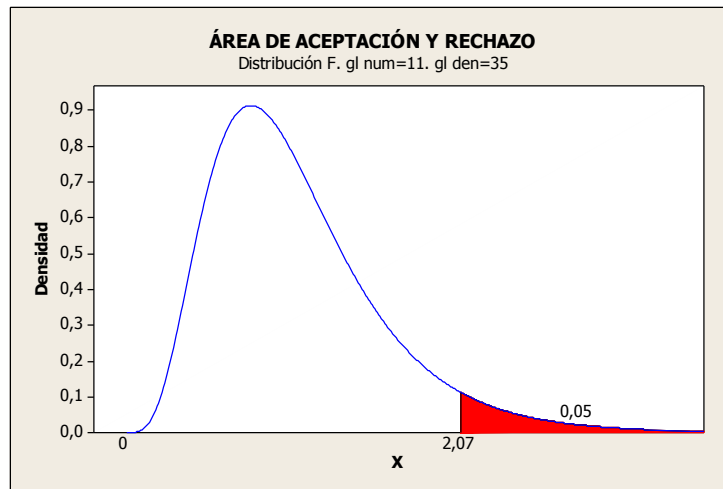
FOTOGRAFÍA 19: SNH PARA DETERMINACIÓN DE PRUEBAS

ANEXO 14: TABLA DE ANOVA PARA SHAMPOO

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	PRUEBA F	VALOR P
TRATAMIENTOS	2,994E+06	11	2,722E+05	9,742E+03	1,408E-57
ERROR	670,625	24	27,943		
TOTAL	2,995E+06	35			

VALOR
CRÍTICO 2,0666

H₀: No existe diferencia significativa de la viscosidad de la formulación (shampoo) al aplicar un emulsificante natural a diferentes concentraciones que al aplicar un emulsificante químico. *H₁*: Al menos dos concentraciones aplicadas en la formulación tienen diferente viscosidad.

ANEXO 15: CURVA DE GAUSE PARA LA VISCOSIDAD DEL SHAMPOO

Como el valor del estadístico de prueba (9,742E+03) es mayor que el valor crítico (2,066) se procede a rechazar *H₀*, es decir, al menos dos concentraciones aplicadas tienen diferente viscosidad. Ya que el valor p (1,408E-57) es menor que el nivel de significancia (0,05) se procede a rechazar *H₀*, afirmando lo anteriormente dicho.

PRUEBA DE TUKEY PARA SHAMPOO

$$T_{\alpha} = q_{\alpha(12;24)} * S_{\bar{Y}_i}$$

$$T_{\alpha} = 5,26 * 4,69,$$

$$T_{\alpha} = 24,6$$

ANEXO 16: PRUEBA DE TUKEY PARA SHAMPOO

VISCOSIDAD SHAMPOO													
PRUEBA DE TUKEY													
		Subconjunto											
TRATAMIENTO	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	3	2068,0700											
5,5	3		2165,3767										
6	3			2253,327									
6,5	3				2356,307								
7	3					2447,793							
control	3						2500						
7,5	3							2545,193					
8	3								2635,853				
8,5	3									2732,45			
9	3										2828,05		
9,5	3											2920,65	
10	3												3024,7067

Al aplicar la prueba de Tukey se puede observar que no existen tratamientos que pertenezcan a un mismo subconjuntos, es decir, ninguna de las concentraciones del emulsificante natural son significativamente iguales entre sí, ni tampoco significativamente iguales al emulsificante químico

ANEXO 17: VISCOSIDAD A CONTRA TIEMPO PARA SHAMPOO

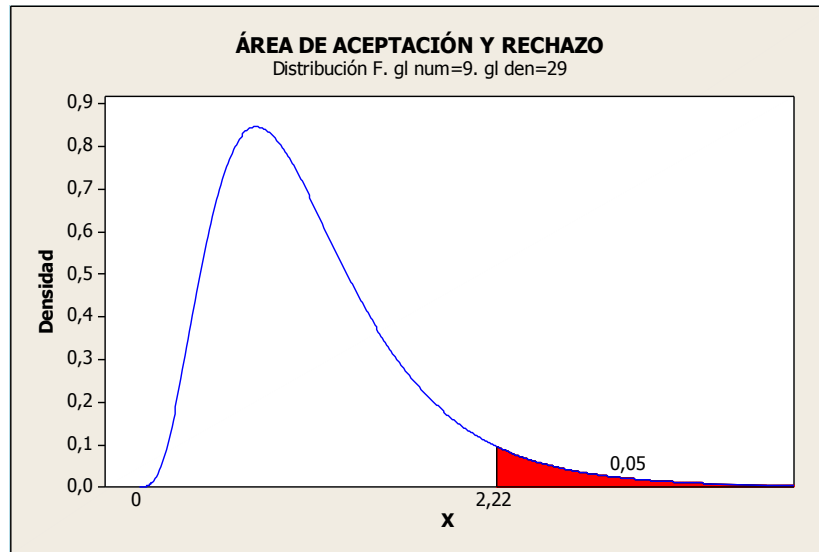
PARÁMETRO	SHAMPOO CON TEXAPÓN	SHAMPOO CON SNH											
		1,5	2,0	3,5	4,0	5,0	5,5	6	6,5	7,0	7,5	8.0	
VISCOSIDAD	2500												
(Cp.) / SEMANA		2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71	
SEMANA 1	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71	
SEMANA 2	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71	
SEMANA 3	2500	2068,07	2165,38	2253,33	2356,31	2447,79	2545,19	2635,85	2732,45	2828,05	2920,65	3024,71	
SEMANA 4	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46	
SEMANA 5	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46	
SEMANA 6	2500	2044,57	2100,42	2208,26	2309,18	2398,84	2494,29	2583,14	2677,80	2771,49	2862,24	2994,46	
SEMANA 7	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	
SEMANA 8	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	
SEMANA 9	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	
SEMANA 10	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	
SEMANA 11	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	
SEMANA 12	2500	2021,07	2016,40	2164,09	2263,00	2350,86	2444,40	2531,47	2624,24	2716,06	2804,99	2934,57	

ANEXO 18: TABLA DE ANOVA PARA CREMA

FUENTE DE VARIACIÓN	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	PRUEBA F	VALOR P
TRATAMIENTOS	2,20E+06	9	2,45E+05	7,41E+03	2,95E-46
ERROR	660,284533	20	33,0142267		
TOTAL	2,20E+06	29			

VALOR
CRÍTICO 2,2228

H₀: No existe diferencia significativa de la viscosidad de la formulación (crema) al aplicar un emulsificante natural a diferentes concentraciones que al aplicar un emulsificante químico. *H₁*: Al menos dos concentraciones aplicadas en la formulación tienen diferente viscosidad.

ANEXO 19: CURVA DE GAUSE PARA LA VISCOSIDAD DE LA CREMA

Como el valor del estadístico de prueba (7,41E+05) es mayor que el valor crítico (2,222) se procede a rechazar *H₀*, es decir, al menos dos formulaciones aplicadas tienen diferente viscosidad. Ya que el valor p (2,95E-46) es menor que el nivel de significancia (0,05) se procede a rechazar *H₀*, afirmando lo anteriormente dicho.

$$T_{\alpha} = q_{\alpha(k, N-k)} * S_{\bar{Y}_i}, T_{\alpha} = q_{\alpha(10;20)} * S_{\bar{Y}_i}, T_{\alpha} = 5,01 * 4,31, T_{\alpha} = 21,59$$

ANEXO 20: PRUEBA DE TUKEY PARA CREMA

VISCOSIDAD CREMA											
PRUEBA DE TUKEY											
		Subconjunto									
TRATAMIENTO	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3	294,4533									
7,5	3		414,2100								
10	3			516,8967							
12,5	3				631,1167						
control	3					700					
15	3						732,67				
17,5	3							844,5567			
20	3								956,11		
22,5	3									1076,33	
25	3										1181,883
Sig.		1	1,0000	1	1	1	1	1	1	1	1

Al aplicar la prueba de Tukey se puede observar que no existen tratamientos que pertenezcan a un mismo subconjunto, es decir, ninguna de las concentraciones del emulsificante natural son significativamente iguales entre sí, ni tampoco significativamente iguales al emulsificante químico.

ANEXO 21: VISCOSIDAD A CONTRA TIEMPO PARA CREMA

PARÁMETRO	CREMA CON TEXAPÓN	CREMA CON SNH								
		5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
VISCOSIDAD	700									
(Cps) / SEMANA		294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 1	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 2	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 3	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 4	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 5	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 6	700	294,45	414,21	516,90	631,12	732,67	844,56	956,11	1076,33	1181,88
SEMANA 7	700	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 8	700	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 9	700	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 10	700	288,56	405,93	506,56	618,49	718,02	827,67	936,99	1054,80	1158,25
SEMANA 11	700	277,02	389,69	496,43	606,12	707,25	815,25	922,93	1038,98	1140,87
SEMANA 12	700	277,02	389,69	496,43	606,12	707,25	815,25	922,93	1038,98	1140,87

ANEXO 22: TABLA DE VALORES PARA LA PRUEBA DE TUKEY

Valores de la amplitud total estudentizada, q 0.05, para uso en la prueba de Tukey

glee	Número de tratamientos																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	17.97	26.98	32.82	37.08	40.41	43.12	45.40	47.36	49.07	50.59	51.96	53.20	54.33	55.36	56.32	57.22	58.04	58.83	59.56
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.74	12.44	13.03	13.54	13.99	14.39	14.75	18.08	15.38	15.65	15.91	16.14	16.37	16.57	16.77
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.53	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14	7.24	7.34	7.34	7.51	7.59
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	5.82	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	6.00	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.77	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.59	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.46	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.35	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.27	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.19	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75
20	2.95	3.59	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71
30	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59
40	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47
50	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36
60	2.83	3.40	3.74	3.98	4.16	4.31	4.44	4.55	4.65	4.73	4.81	4.88	4.94	5.00	5.06	5.11	5.15	5.20	5.24
120	2.80	3.36	3.68	3.92	4.10	4.24	4.36	4.47	4.56	4.64	4.71	4.78	4.94	4.90	4.95	5.00	5.04	5.09	5.13
	2.77	3.31	3.63	3.86	4.03	4.17	4.29	4.39	4.47	4.55	4.62	4.68	4.74	4.80	4.85	4.89	4.93	4.97	5.01

