

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



**FORMULACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE EMULSIONES  
COSMÉTICAS COMPATIBLES CON LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA,  
KIWICHA Y CAÑIHUA EXTRAIDOS POR CO2 SUPERCRITICO**

Tesis presentada por:

Br. Molleda Gutiérrez Ruth Sara

Para optar el título profesional de:

**Químico Farmacéutico**

Asesora: Dra. Carla del Carpio Jiménez

**Financiado por Fondos Canon de la  
Universidad Nacional de San Antonio  
Abad del Cusco**

Cusco-Perú

2021

## DEDICATORIA

Esta tesis es dedicada a Dios por conducir mi camino, darme sabiduría y resiliencia en cada momento de mi vida.

Dedicada a mis seres queridos, mi madre Doris Aurelia Gutiérrez por ser la mamá más fuerte; mi padre Belisario Molleda por su esfuerzo por cuidarme, gracias a mis padres por enseñarme a ser perseverante en la vida.

A mis hermanos Maycol y Bryan por estar en cada momento de mi vida como compañeros de juego y por sus consejos para salir adelante; a mi cuñada Dina por ser como una hermana y brindarme su comprensión y a mis queridos sobrinos Benjamín, Alain y Halley por brindarme felicidad y paciencia.

A mis amigas y amigos que me brindaron su apoyo y amistad en los momentos bonitos y difíciles. En especial a Lucia Farfán, Lisbet Llayque, Profeta Tapia, Yesica Huayta.

**Ruth Sara Molleda  
Gutiérrez**

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestra alma mater, la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO por brindarme la oportunidad de estudiar en sus aulas y pasar momentos inolvidables de formación tanto académica como persona y darme una perspectiva más amplia de la vida.

Mi eterno agradecimiento a mi asesora de tesis Dr. Carla de Carpio Jiménez por hacerme parte de este proyecto tan grande, tenerme paciencia durante el desarrollo de esta investigación y brindarme sus conocimientos. Esta tesis no hubiese sido posible sin su apoyo constante, fue todo un placer trabajar con usted.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, gracias por todos los conocimientos que compartieron conmigo.

Al profesor de Química Ciro Tomaylla Cruz por ayudarme con sus conocimientos a afinar el trabajo de tesis.

Y para todas aquellas personas que estuvieron durante el desarrollo de esta tesis su apoyo fue invaluable.

## INDICE

RESUMEN.....	i
SUMMARY.....	iii
INTRODUCCION.....	v
GLOSARIO DE TERMINOS.....	vii
GLOSARIO DE ABREVIATURAS .....	viii
CAPITULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema .....	3
1.3 Objetivos de la investigacion .....	4
1.3.1 Objetivo General .....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO .....	5
1.4.1 Justificación Teórica .....	5
1.4.2 Justificación Practica .....	5
1.4.3 En el Ámbito Económico.....	6
1.5 Hipótesis.....	7

CAPITULO II.....	8
2. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL .....	8
2.1    Visión histórica .....	8
2.2    Antecedentes .....	9
2.2.1    Internacionales.....	9
2.2.2    Nacionales .....	13
2.2.3    Locales .....	15
2.3    Bases Teórico Científicas.....	16
2.3.1    Granos Andinos .....	16
2.3.1.1    Cultivo de Granos Andinos .....	17
2.3.1.1.1    Quinoa:.....	17
2.3.1.1.2    Kiwicha:.....	18
2.3.1.1.3    Cañihua:.....	19
2.3.1.2    Descripción Botánica de los Granos Andinos .....	20
2.3.1.3    Composición Química de los Granos Andinos.....	21
2.3.1.3.1    Proteínas.....	21
2.3.1.3.2    Carbohidratos.....	22
2.3.1.3.3    Lípidos.....	22
2.3.1.3.4    Minerales.....	23

2.3.1.3.5 Vitaminas .....	24
2.3.1.4 Propiedades Nutricionales y Beneficios De Los Granos Andinos.....	24
2.3.1.5 Producción de Granos Andinos .....	25
2.3.2 Emulsiones .....	25
2.3.2.1.1 Agentes Tensoactivos de Emulsión .....	26
2.3.3 Extracción por fluidos supercríticos .....	26
2.3.3.1 Ventajas de la Extracción con Fluidos Supercríticos: ...	28
2.3.4 Estabilización Aceites Vegetales .....	29
2.3.4.1 Oxidación de los Acidos Grasos Poliinsaturados (PUFAS).....	30
2.3.4.2 Modelo De Estabilización De Aceites Vegetales usando Tocoferol.....	30
2.3.4.2.1 Método de la estufa de Schaal:.....	31
2.3.4.2.2 El método Rancimat:.....	31
2.3.5 Control de Calidad de productos Cosméticos.....	31
2.3.5.1 Pruebas de Calidad de productos Cosméticos .....	32
2.3.5.1.1 Pruebas organolépticas .....	33
2.3.5.1.2 Pruebas Físicoquímicas .....	34

2.3.5.1.3 Pruebas Microbiológicas .....	35
2.3.5.2 Ensayos de Estabilidad en Productos Cosméticos.....	36
2.3.5.2.1 Estabilidad preliminar .....	36
CAPITULO III.....	37
3. MATERIALES Y METODOS.....	37
3.1 MATERIALES.....	37
3.1.1 Materiales Biologicos .....	37
3.1.2 Materiales e Instrumentos De Laboratorio .....	37
3.1.2.1.1 Equipos. ....	37
3.1.2.1.2 Materiales de vidrio:.....	38
3.1.2.1.3 Reactivos .....	38
3.1.2.1.4 Insumos para preparar las emulsiones .....	39
3.1.2.1.5 Otros .....	39
3.2 DISEÑO METODOLOGICO .....	40
3.2.1 Tipo de Investigación y Diseño Metodológico.....	40
3.3 MUESTRA.....	42
3.3.1 Criterios de Inclusión y Exclusión .....	42
3.4 VARIABLES .....	43
3.4.1 Operacionalización de Variables.....	43

3.5	PROCEDIMIENTO .....	46
3.5.1	Obtencion de los Aceites de los Granos De Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	46
3.5.2	Obtencion del Porcentaje de Extraccion de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	47
3.5.3	Determinación las Características Fisicoquímicas de os Aceites de Quinoa Negra " <i>Chenopodium quinoa Willd</i> ", Kiwicha " <i>Amaranthus caudatus L</i> " Cañihua " <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> " ...	48
3.5.3.1	Determinación de la Densidad Relativa .....	48
3.5.3.2	Índice de Refracción .....	49
3.5.3.3	Determinacion del Índice de Acidez:.....	49
3.5.3.4	Determinación del Índice de Yodo .....	50
3.5.3.5	Determinación del Índice de Peróxidos .....	50
3.5.4	Modelo de Estabilización de los Aceites de Granos Andinos con Tocoferol.....	51
3.5.5	Formulacion y Elaboracion de Emulsiones Cosméticas con Aceite De Quinoa Negra " <i>Chenopodium quinoa Willd</i> ", KIWICHA " <i>Amaranthus caudatus L</i> " y CAÑIHUA " <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> ".....	54



3.5.6 Control de Calidad de las Emulsiones Cosméticas de Quinua Negra " <i>Chenopodium quinoa Willd</i> ", Kiwicha " <i>Amaranthus caudatus L</i> " y Cañihua " <i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> .....	56
3.5.6.1 Evaluación Organoléptica .....	56
3.5.6.2 Evaluación Fisicoquímica .....	56
3.5.6.3 Evaluación Microbiológica .....	58
3.5.6.3.1 Preparación de muestra madre .....	59
3.5.6.3.2 Recuento de mesófilo viables .....	61
3.5.6.3.3 Recuento de Hongos y Levaduras .....	63
3.5.6.3.4 Recuento de <i>Escherichia coli</i> .....	65
3.5.6.3.5 Recuento de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	67
3.5.6.3.6 Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	69
CAPITULO IV .....	71
4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	71
4.1 PORCENTAJE DE EXTRACCION DE LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA OBTENIDO POR CO <sub>2</sub> SUPERCRITICO .....	71
4.2 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA .....	72

4.3 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA.....	73
4.3.1 Índice de Refraccion de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	74
4.3.2 Índice de Acidez de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua.....	75
4.3.3 Índice de Yodo de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua.....	76
4.3.4 Índice de Peróxidos de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua.....	77
4.4 CUANTIFICACION DE LOS ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (PUFAS) PRESENTES EN LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADO A ESPECTROMETRÍA DE MASAS. ....	78
4.5 MODELO DE ESTABILIZACION DEL ACEITE DE CAÑIHUA CON TOCOFEROL.....	84
4.6 FORMULACION DE LAS EMULSIONES A CONCENTRACIONES DEL 3% Y 5% .....	86
4.7 RESULTADO DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS EMULSIONES .....	87

4.7.1 Evaluación Organoléptica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	87
4.7.2 Evaluación Fisicoquímica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	88
4.7.3 Evaluación Microbiológica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua .....	89
CONCLUSIONES .....	90
SUGERENCIAS .....	92
BIBLIOGRAFIA .....	93
ANEXOS .....	101
ARCHIVO FOTOGRAFICO .....	108

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de proteínas en la quinua negra, kiwicha y cañihua en g/100g de proteína.....	21
Tabla 2. Composición de minerales de los granos de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	23
Tabla 3. Modelo de estabilización del aceite de cañihua con tocoferol.....	41
<i>Tabla 4.</i> Modelo de formulación de las emulsiones a las concentraciones del 3 % y 5 % de los aceites de Quinua negra, Kiwicha y Cañihua.....	41
Tabla 5. Operacionalización de Variables.....	44
Tabla 6. Formulación de las emulsiones con aceite de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	54
<i>Tabla 7.</i> Porcentaje de extracción de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua extraídos por CO <sub>2</sub> supercrítico.....	71
Tabla 8. Características organolépticas de los aceites.....	72
Tabla 9. Densidad relativa de los aceites.....	73
<i>Tabla 10.</i> Índice de refracción .....	74
Tabla 11. Valores del índice de acidez.....	75
Tabla 12. Índice de yodo.....	76
Tabla 13. Índice de peróxidos.....	77
Tabla 14. Composición de ácidos grasos poliinsaturados en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	81
Tabla 15. Resultados de la estabilización del aceite de cañihua con Tocoferol .....	84
Tabla 16. Formulación de las emulsiones a las concentraciones del 3% y 5% del aceite de “quinua”, “kiwicha” y “cañihua”.....	86
Tabla 17. Resultados de las características organolépticas de las 6 emulsiones elaboradas.....	87
Tabla 18. Resultados de las características fisicoquímicas de las 6 emulsiones formuladas.....	88
Tabla 19. Resultados del control microbiológico de las 6 emulsiones formuladas.....	89

## INDICE DE FLUJOGRAMAS

<i>Flujograma 1.</i> Obtención de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	47
Flujograma 2. Estabilización del aceite de cañihua con Tocoferol.....	53
Flujograma 3. Elaboración de las emulsiones con aceites de fijos quinua negra, kiwicha y cañihua.....	55
Flujograma 4. Elaboración de las soluciones madre $10^{-1}$ (solución A).....	60
<i>Flujograma 5.</i> Elaboración de las soluciones madre $10^{-2}$ (solución B) .....	60
Flujograma 6. Determinación de mesófilos aerobios viables .....	62
Flujograma 7. Determinación de hongos y levaduras .....	64
Flujograma 8. Determinación de <i>Escherichia coli</i> .....	66
Flujograma 9. Determinación de <i>Pseudomona aeruginosa</i> .....	68
Flujograma 10. Determinación de <i>Staphylococcus aureus</i> .....	70

## INDICE DE FORMULAS

<i>Fórmula 1.</i> Porcentaje de extracción .....	48
Fórmula 2. Densidad relativa .....	48
Fórmula 3. Índice de acidez.....	49
Fórmula 4. Índice de yodo.....	50
Fórmula 5. Índice de peróxidos .....	51
Fórmula 6. Extensibilidad de las emulsiones.....	57

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 1: Planta de la quinua .....	17
Fotografía N° 2: Planta de la kiwicha .....	18
Fotografía N° 3: Planta de la cañihua.....	19
Fotografía N° 4: Adquisición de los granos de quinua negra, kiwicha y cañihua. .....	109
Fotografía N° 5: Pruebas fisicoquímicas en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	109
Fotografía N° 6: Pruebas fisicoquímicas en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.....	110
Fotografía N° 7: Estabilizacion del aceite de cañihua con alfa tocoferol. ....	110
Fotografía N° 8: Estabilizacion del aceite de cañihua en la estufa a 65 °C....	111
Fotografía N° 9: Elaboración de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%. ....	111
Fotografía N° 10: Pruebas de estabilidad de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.....	112
Fotografía N° 11: Preparación de placas y cultivo para el control de calidad 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%. 112	
Fotografía N° 12: Resultado de la incubación de las placas de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.....	113

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Diagrama de fases. En la parte superior derecha se ve el Fluido Supercrítico. ....	28
Gráfico 2. Cromatograma del aceite de quinua negra.....	78
Gráfico 3. Cromatograma del aceite de kiwicha .....	79
Gráfico 4. Cromatograma del aceite de cañihua.....	80

## RESUMEN

Los granos andinos (quinua, kiwicha y cañihua) tienen significativa relevancia social ya que son cultivados en regiones de gran altitud en los Andes situadas entre los 3 500 - 4 200 m.s.n.m. Los aceites presentes en estos granos contienen un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs), los cuales actualmente tienen amplio uso en la elaboración de formulaciones cosméticas debido a sus efectos benéficos demostrados. El presente estudio tuvo como objetivo formular, determinar las características de las emulsiones cosméticas que contienen aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua estabilizadas con vitamina E y realizar el respectivo control de calidad.

La quinua negra y la kiwicha fueron obtenidas del INIA (Instituto Nacional de innovación Agraria) de Puno y de Cusco, en tanto que la cañihua se obtuvo de un agricultor asociado al INIA-Puno, lo que asegura la calidad e identidad genética de los granos; la extracción de los aceites se realizó por extracción por CO<sub>2</sub> supercrítico. Las características fisicoquímicas de los aceites se determinaron usando las referencias pertinentes, la composición en ácidos grasos de los aceites se determinó por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas. Para la estabilización de los aceites se incorporó diferentes concentraciones de Tocoferol, habiendo demostrado mejor grado de estabilización la concentración de 0.25% de Tocoferol. Se formularon emulsiones O/W incorporando 3% y 5% de cada uno de los aceites, posteriormente a estas emulsiones se les valoró su estabilidad durante 12 días, sometiénolas a cambios de temperatura en intervalos de 24 horas a -5 °C y 24 horas a 45° C por un total de 6 ciclos; en cada variación de temperatura se determinó el pH, olor, color, aspecto, homogeneidad y extensibilidad. La evaluación microbiológica se realizó según la USP 40.



Las características organolépticas y fisicoquímicas de los aceites (quinua negra, kiwicha y cañihua) están dentro de los parámetros aceptables, el contenido de PUFAs fue variable, así; la quinua negra contiene 28.96% de omega 9 y 50.99% de omega 6; la kiwicha contiene 27.64% de omega 9 y 38.09% de omega 6; y la cañihua contiene 24.74% de omega 9, 42.11% de omega 6 y 3.04% de omega 3. No hubo variación del color característico de cada emulsión, se mantuvo el aspecto, la homogeneidad y la extensibilidad, el recuento microbiológico está dentro de los rangos establecidos por la USP 40.

En conclusión, podemos establecer que, las emulsiones formuladas con los aceites de granos andinos y estabilizados con Tocoferol muestran estabilidad y podrían constituirse en emulsiones cosméticas naturales.

**Palabras clave:** Aceite, quinua negra, kiwicha, cañihua, CO2 supercrítico, emulsiones cosméticas

## SUMMARY

Andean grains (quinoa, kiwicha and cañihua) have significant social relevance since they are cultivated in high altitude regions of the Andes located between 3500-4200 m.a.s.l. The oils present in these grains contain a high percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFAS), which are currently widely used in cosmetic formulations due to their proven beneficial effects. The objective of this study was to formulate and determine the characteristics of cosmetic emulsions containing black quinoa, kiwicha and cañihua oils stabilized with vitamin E and out the respective quality control.

The black quinoa and kiwicha were obtained from INIA (National Institute for Agrarian Innovation) in Puno and Cusco, while the cañihua was obtained from an associate with INIA-Puno, which ensure the quality and genetic identity of the grains; the oils were extracted by supercritical CO<sub>2</sub> extraction. The physicochemical characteristics of the oils were determined using the relevant reference; the fatty acid composition of the oils was determined by gas chromatography coupled to mass spectrometry. For the stabilization of the oils different concentrations of Tocopherol were incorporated, having demonstrated a better degree of stabilization with a concentration of 0,25 % tocopherol. The O/W emulsions were formulated incorporating 3% and 5% of each of the oils, later these emulsions were evaluated for 12 days, submitting them to temperature changes at intervals of 24 hours at -5 °C and 24 hours at 45 °C for total of 6 cycles; in each temperature variation the pH, odor, color, appearance, homogeneity and extensibility were determined. The microbiological evaluation was carried out according to USP 40.

The organoleptic and physicochemical characteristics of the oils (black quinoa, kiwicha and cañihua) are within acceptable parameters, the content of PUFAS was variable, thus; black quinoa contains 28,96% of omega 9 and 50,99% of omega 6; kiwicha contains 27,64% of omega 9 and 38,09% of omega 6; and cañihua contains 24,74% of omega 9; 42,11% of omega 6 and 3,04% of omega 3.

There was no variation in the characteristics color of each emulsion, the appearance, homogeneity and extensibility were maintained, the microbiological count is within the ranges established by USP 40.

In conclusion, we can establish that the emulsions formulated with Andean grain oils and stabilized with tocopherol show stability and could become natural cosmetic emulsions.

**Keywords:** oil, black quinoa, kiwicha, cañihua, supercritical CO<sub>2</sub>, cosmetic emulsions

## INTRODUCCION

En el Perú en los últimos años el gran crecimiento demográfico ha causado que el consumo de cereales andinos se haya visto aumentado en este periodo, entre estos granos andinos hay una gran variedad de especies entre ellos podemos mencionar quinua, kiwicha y cañihua. Según el ENAHO (Encuesta Nacional de Hogares) que estadísticamente han observado una disminución del nivel de pobreza entre los años del 2012 que representa al 54% al año 2017 para los productores de granos andinos, otro factor también es el manejo de la mano de obra ya que esto genera puestos de trabajo durante el tiempo de la campaña agrícola de 6.3 millones de trabajadores (1).

La dermatocósmética actual tiene como tendencia el uso de metabolitos y productos derivados de la síntesis de aceites vegetales, las investigaciones actuales en curso están relacionadas con la rama de las formulaciones que contenga concentrados vegetales, los cuales tiende a presentar varios metabolitos secundarios y esto proporciona una gama de efectos tanto como farmacológicos y dermatocósmética (2).

Por ello la presente investigación pretende elaborar y realizar el control de calidad de emulsiones cosméticas compatibles con aceites ricos en Ácidos Grasos Poliinsaturados - PUFAS de granos de Quinua, Kiwicha y Cañihua, los cuales fueron reconocidos por el INIA (Instituto Nacional de innovación Agraria), para la obtención de los aceites de dichos granos el método de la extracción es con fluidos supercríticos por dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) los cuales se realizaron en el laboratorio de Procesos Industriales de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Posteriormente se determina las características fisicoquímicas (olor, color, aspecto, etc.) de los aceites obtenidos en el laboratorio de Tecnología Farmacéutica en la Universidad nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

El aceite de cañihua fue estabilizado con Tocoferol, para este ensayo se dividió el aceite en 5 sub muestras:  $X_0$  aceite de canihua sin Tocoferol y  $X_1$ ;  $X_2$ ;  $X_3$  y  $X_4$  aceite de cañihua con tocoferol al 0,05%; 0,1%; 0,25% y 0,5% respectivamente, las 5 muestras fueron sometidas a temperatura según el método de Schaal. Se realizó la elaboración de 6 emulsiones: emulsión con aceite de quinua al 3 % y 5%; emulsión con aceite de kiwicha 3 % y 5%; emulsión con aceite de cañihua 3 % y 5%. Las emulsiones fueron sometidas al Control de calidad, dentro de este ensayo se evaluaron las características organolépticas (olor, color, aspecto); fisicoquímicas (pH, densidad, índice de caidez, yodo y peróxidos) y microbiológicas por recuento de microorganismos (*mesófilos aerobios viables*, hongos y levaduras, *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*).

Los resultados de nuestra investigación en el capítulo IV demuestra que los aceites extraídos fluidos supercríticos por dióxido de carbono ( $CO_2$ ), presentan características organolépticas y fisicoquímicas dentro de los parámetros establecidos por el CODEX STAN, la estabilización del aceite de cañihua mostro que hay una mayor estabilización con una concentración de tocoferol al 0,25%; las 6 emulsiones obtenidas cumplen con el control de calidad, ya que en los ensayos organolépticos se observó que tienen buen aspecto, color, olor, etc.; para los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos los valores obtenidos están dentro de los parámetros según la USP 40.

## GLOSARIO DE TERMINOS

- I. Aceites vegetales: Son compuestos orgánicos que se obtienen a partir de semillas u otras partes de la planta.
- II. Control de calidad: Metodología para asegurar la seguridad de un producto.
- III. Cosmético: Es toda sustancia o preparado destinado a ser puesto en contacto con las diversas partes de la superficie corporal y con el fin exclusivo de limpiar, perfumar o mantener buen estado.
- IV. Cromatografía de gases: Es una técnica analítica instrumental que sirve para separar y analizar los componentes de una mezcla.
- V. Densidad: Relación entre masa y volumen de una sustancia.
- VI. Emulsión: Dispersión más o menos estable donde se hallan dos fases.
- VII. Extracción por fluidos supercríticos: Es un método de extracción de solutos con un gas a temperatura y presión crítica.
- VIII. Farmacopea: Libro oficial que publica cada país y su utilidad es como norma legal.
- IX. Formulación: Proceso mediante el cual se combinan diferentes componentes
- X. Granos andinos: Cereales que se cultivan en la región andina en diferentes pisos bioclimáticos.
- XI. Índice de acidez: Se determina la relación entre la cantidad en mg de NaOH (hidróxido de sodio) que se necesita para neutralizar en 1 g de muestra del aceite que contiene los ácidos grasos.
- XII. Índice de refracción: Mide la dirección del ángulo de refracción.
- XIII. Índice de yodo: relación de la cantidad de yodo que se fija en la muestra.
- XIV. Índice de peróxido: Índica la presencia de peróxidos o hidroperóxidos
- XV. Oxidación: Proceso que genera compuestos volátiles
- XVI. químicos para obtener un producto final

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- I. PUFAS: Ácidos grasos poliinsaturados
- II. CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono
- III. IR: índice de refracción
- IV. IA: índice de acidez
- V. I<sub>2</sub>: índice de yodo
- VI. IP: índice de peróxido
- VII. O/W: oil/ wáter (aceite/agua)
- VIII. W/O: wáter/oil (agua/aceite)
- IX. % EA: porcentaje de extracción

# CAPITULO I

## 1 GENERALIDADES

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la dermocosmética tiene como objetivo final el conservar el alto grado de funcionalidad de la piel, que constantemente está expuesta a los diversos factores ambientales tales como la radiación, contaminación, polución, etc., que ha ido aumentando alarmantemente en los últimos años.

El desarrollo de emulsiones con aceites vegetales es interesante debido a sus propiedades; además permite el uso de materias primas naturales de la biodiversidad y ha atraído una creciente atención en el mercado debido al valor de comercialización de los productos naturales (3).

Una clase importante de productos cosméticos está representada por las cremas o emulsiones, que deben contener principalmente ingredientes oclusivos, humectantes y emolientes (4). Las sustancias oclusivas habituales en las cremas hidratantes son los lípidos (vaselina, cera de abeja, lanolina y diversos aceites) (5). Las grasas y aceites más comúnmente utilizados como emolientes para las cremas hidratantes son los aceites minerales, las ceras, los ésteres de cadena larga, los ácidos grasos, la lanolina y los mono, di y triglicéridos.

En la actualidad, existe un creciente interés por los productos cosméticos y dermatocosméticos para la piel que contienen ingredientes naturales, como: aceites vegetales y/o esenciales (6). Los ácidos grasos oleico, láurico, palmítico, mirístico y esteárico se utilizaron como componentes base (de la fase oleosa) de muchas formulaciones cosméticas (7). Aceites como el de almendras, albaricoque, aguacate, soja, cacao y palma tienen un alto contenido en ácidos grasos insaturados como oleico, linoleico y linolénico. El efecto cosmético más evidente se encontró generalmente para los ácidos grasos insaturados,



especialmente los  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6. En el cuidado de la piel, los aceites más importantes son los que tienen un alto contenido de ácido linoleico ( $\omega$ -6) y ácido  $\alpha$ -linoleico, ya que son los menos comedogénicos y combaten la aparición de eczemas (8). Asimismo, una gran variedad de semillas oleaginosas se ha utilizado como productos para la piel y cosméticos para el cabello durante mucho tiempo en varias culturas, como el aceite de girasol y el aceite de oliva. La aplicación de aceite de semillas de girasol ha demostrado preservar la integridad del estrato córneo y mejorar la hidratación de la piel adulta sin inducir eritema (9). El aceite de oliva aplicado tópicamente después de una exposición a los rayos UVB puede reducir eficazmente los tumores cutáneos murinos, posiblemente debido a su efecto antioxidante (10). El aceite de argán puede mejorar la elasticidad de la piel (11) y su hidratación al restaurar la función barrera y mantener la capacidad de retención de agua.

Para la obtención de estos aceites vegetales existen diferentes métodos extractivos dentro de ellos los más usuales que se aplican está el prensado, la destilación, la utilización de solventes y recientemente, la extracción con fluidos supercríticos (EFS). (12) Los métodos convencionales para la extracción de aceites pueden variar según el objetivo que se desea. Los aceites vegetales extraídos por el método de destilación pueden verse afectado en el porcentaje de concentración de triglicéridos, ya que estos son sensibles a las variaciones de temperatura y se degradan fácilmente a temperaturas altas durante el proceso. La extracción aplicando presión por frío genera una disminución en la cantidad de aceite a obtener, ya que el método no es el adecuado para compuestos como los aceites vegetales. Otro método bastante aplicado es la utilización de solventes, se puede obtener una cantidad considerable de aceite por este método pero el mayor inconveniente que presenta es que a la hora del proceso de extracción quedan residuos en los aceites afectando su pureza, otro inconveniente con este método es que el compuesto se caracteriza por tener alta toxicidad y ser bastante inflamable, así como producir un alto deterioro de los PUFAS generando que las características del aceite varíen debido a procesos de oxidación. Otro método para obtener extractos que no tengan residuos de

solventes, así como la integridad de los componentes podemos mencionar la extracción con fluidos supercríticos, este método es una tecnología que aplica el uso de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) como solvente para la obtención de extractos. En los últimos tiempos se está buscando métodos de extracción que sean amigables con el planeta, así como nos den un mayor rendimiento con un menor uso de materia prima (plantas) (13).

Los fluidos supercríticos como el CO<sub>2</sub> se encuentra por encima de su temperatura y presión críticas, tiende a difundir como un gas a través de los sólidos, y se comporta como un líquido al disolver los materiales. Sus propiedades físicas como densidad, difusividad y viscosidad se modifican por el cambio de presión y temperatura, por todas estas características son usados en los procesos de extracción como buenos sustitutos de solventes orgánicos, ya que además de ser baratos son reciclables. (14) (12)

Teniendo en cuenta que, los granos andinos (quinua negra, kiwicha y cañihua) presentan aceites con una buena concentración de ácidos grasos poliinsaturados, con potencial uso cosmético, debido a que podrían actuar como inhibidores de la oxidación de los componentes celulares aumentando la resistencia al estrés oxidativo y previniendo el daño dérmico impidiendo la síntesis de las metaloproteinasas y reduciendo el ritmo de envejecimiento de la piel, (15) es importante establecer la posibilidad de desarrollar emulsiones cosméticas que demuestren compatibilidad con estos aceites, por ello se plantea en esta investigación la formulación y el control de calidad de emulsiones formuladas con los aceites de los granos andinos mencionados, utilizando una tecnología de extracción novedoso y con compuestos orgánicos.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál será la emulsión cosmética que presenta mayor compatibilidad con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua extraídos por CO<sub>2</sub> supercrítico?

## 1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

### 1.3.1 Objetivo General

Formular y realizar el control de calidad de las emulsiones cosméticas que presentan mayor compatibilidad con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua extraídos por CO<sub>2</sub> supercrítico.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Obtener y determinar el porcentaje de extracción de los aceites de quinua negra "*Chenopodium quinoa Willd*", kiwicha "*Amaranthus caudatus L*" y cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*".
2. Determinar las características organolépticas y fisicoquímicas de los aceites de quinua negra "*Chenopodium quinoa Willd*", kiwicha "*Amaranthus caudatus L*" y cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*".
3. Realizar la estabilización del aceite de cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*" con Tocoferol al 0,05%; 0,1%; 0,25% y 0,5%.
4. Formular y elaborar emulsiones cosméticas con los aceites de quinua negra "*Chenopodium quinoa Willd*", kiwicha "*Amaranthus caudatus L*" y cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*" a las concentraciones del 3 % y 5 %.
5. Realizar el control de calidad de las emulsiones con aceite quinua negra "*Chenopodium quinoa Willd*", kiwicha "*Amaranthus caudatus L*" y cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*".

## 1.4 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

### 1.4.1 Justificación Teórica

La tendencia actual en el campo cosmético es el desarrollo de productos cosméticos a base de aceites vegetales nativos y exóticos, lo que se ve reflejado en patentes que comprenden composiciones cosméticas desarrolladas con aceites vegetales, así, por ejemplo, en la patente FR 2963559, se describe una composición química que utiliza una mezcla de aceite de aguacate, aceite de jojoba, manteca de karité, vitamina E y otros componentes, destacándose que presenta actividad dermatológica (16), en la patente US 2005058731A1, se describe una composición para el tratamiento de cutículas u otro tejido de la piel que comprende la mezcla de aceite de soja, aceite de salvado de arroz, aceite de jojoba y una cantidad eficaz de un agente antimicrobiano (17).

Es importante destacar, además, que dentro de los componentes de los aceites vegetales destaca el ácido linoleico, el cual ha sido mencionado como aquel que ejerce un papel destacado en la permeabilidad celular y su carencia implica envejecimiento de la piel, sequedad y pérdida de elasticidad con la aparición de arrugas (18).

Se ha reportado que, los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua tienen un porcentaje importante de ácido linoleico (19), lo que indica que tiene en su composición ácidos grasos poliinsaturados de gran valor para la industria cosmética.

### 1.4.2 Justificación Practica

La finalidad del presente estudio es aportar de manera significativa en nuevas formulaciones cosméticas que tienen como base el uso de aceites de los granos andinos como quinua negra, kiwicha y cañihua, que serán obtenidos usando la extracción por fluidos supercríticos, una tecnología ecológica de gran

importancia actualmente, por cuanto genera extractos libres de solventes como el hexano, lo que previene que los bio-componentes se degraden o dañen, ya que se usa el CO<sub>2</sub> para la extracción (2).

Los granos andinos presentan gran contenido nutritivo, contienen proteínas, grasas y carbohidratos, se cultivan principalmente en Puno, Cusco y Arequipa sobre los 3 800 m.s.n.m., sin embargo, algunas investigaciones han demostrado que, de sus semillas se obtienen aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados y escualeno, los cuales se usan en formulaciones cosméticas. (1)

Teniendo en cuenta que, estos granos andinos presentan buena cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, que pueden tener un potencial uso cosmético es importante realizar el estudio que permita establecer su potencial uso en bases cosméticas compatibles, lo que permitiría obtener derivados con valor agregado para estos granos andinos cultivados en el sur de nuestro país.

#### 1.4.3 En el Ámbito Económico

Según las encuestas realizadas por el MINAGRI mediante la encuesta nacional de hogares (ENAHO) en el tiempo que dura desde el sembrío hasta la cosecha de los granos andinos se generan alrededor de 6.3 millones de mano de obra, también se observa que en el periodo del 2012 al 2017 se presenta una disminución del nivel de pobreza de los productores que se dedican a los granos andinos, dichos datos reflejan que hay una disminución del 14% en el periodo de esos 5 años, ya que según las cifras que revela el ENAHO en el año 2012 hubo el 54% de nivel de pobreza en los productores, en contraste con el año 2017 que hubo el 40% del nivel de pobreza observándose una disminución en estos niveles (1)

## **1.5 HIPÓTESIS**

La formulación cosmética que presenta mayor compatibilidad con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua extraídos por CO<sub>2</sub> supercrítico, es una emulsión O/W.

La emulsión O/W con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua cumple con todos los parámetros del control de calidad.

## CAPITULO II

### 2 MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL

#### 2.1 VISIÓN HISTÓRICA

El cuidado y adorno de la piel se remonta a la prehistoria, donde ya se utilizaban excipientes cosméticos como la arcilla, pigmentos de plantas y minerales, así como grasa animal para embellecer la piel durante el desarrollo de eventos importantes tales como ceremonias y rituales. Otra referencia importante sobre el uso de cosméticos a lo largo de la historia la encontramos en la cultura egipcia, donde el cuidado de la piel tenía una gran importancia, tal y como lo demostró Cleopatra quien se dice que realizaba baños de leche de burra con miel para aclarar su piel; además de usar diferentes pigmentos para sus ojos y labios, y aceites esenciales para perfumar su piel, se encontraron jarrones con ungüentos que las mujeres egipcias utilizaban para mantener la piel tersa y fina y protegerla de la sequedad característica del clima.

Actualmente está en boga la investigación en la rama de las formulaciones que contienen extractos vegetales, los cuales poseen una gama de propiedades que van desde la actividad antiinflamatoria hasta la actividad antienvjecimiento. En años anteriores se realizaron investigaciones sobre las propiedades de la vitamina E y su aplicación en la dermocosmética, por ejemplo, en su aplicación tópica en animales de experimentación después de una exposición a la radiación UVA y UVB dando como resultado la reducción de radicales reactivos y disminuyendo el riesgo de carcinogénesis por foto exposición. Otro aspecto es la combinación de la vitamina E con otros antioxidantes por ejemplo el ácido cítrico. (20) (13)

## 2.2 ANTECEDENTES

### 2.2.1 Internacionales

- Michailidis D, Angelis A, Mitakous S, Skaltsounis A. Explotacion de semillas de *Vitis vinifera*, *Foeniculum vulgare*, *Cannabis sativa* y *Punica granatum* como productos moleculares de agentes dermocosmética. 2021: p. 731. (21)

Se investigaron los subproductos de las semillas de *Vitis vinifera*, *Foeniculum vulgare*, *Cannabis sativa* y *Punica granatum*, generados durante el proceso de producción de aceite, con el fin de conocer su potencial como agentes dermocosméticos. El proceso de extracción de todas las materias primas se desarrolló usando metodologías ecológicas y a escala de laboratorio. Se aplicaron dos protocolos diferentes, la extracción con fluidos supercríticos SFE (Supercritical Fluid Extraction) y la extracción asistida por ultrasonidos (UAE). Las pastas de los subproductos se desengrasaron con CO<sub>2</sub> supercrítico y n-Hexano, respectivamente. A continuación, se realizaron dos extracciones: SFE (CO<sub>2</sub> con 10% y 20% de etanol como codisolvente) y dos extracciones UAE (con etanol y etanol/agua 1:1 v/v) para cada planta. El rango de rendimiento de los extractos osciló entre 2,6 y 76,3 mg/g de materia prima.

Los extractos se analizaron con cromatografía líquida de alto rendimiento acoplada a un detector de matriz de diodos (HPLC Diode Array (HPLC-DAD) y Cromatografía Líquida acoplada a Espectrómetro de Masas de Alta Resolución (LC-HRM). Se identificaron los principales componentes y se evaluó su actividad antioxidante y de inhibición de las enzimas colagenasa, elastasa y tirosinasa. Los extractos de subproductos de la vid fueron ricos en proantocianidinas y presentaron la mayor actividad de inhibición de la colagenasa y elastasa. Este trabajo de investigación propone una metodología experimental ecológica para la obtención de extractos de subproductos de plantas medicinales significativas que nos proporciona resultados prometedores en cuanto a propiedades dermocosméticas, especialmente para los extractos de semillas de uva.



- Danila E, Moldovan Z, Madalina G, Albu K, Ghica M. Formulación y caracterización de algunas emulsiones cosméticas de aceite en agua basadas en mezclas de hidrolizado de colágeno y aceites vegetales. Pure Appl. Chem. 2019. (22)

Este estudio se centró en la preparación y caracterización de diferentes emulsiones O/W tópicas a base de ingredientes naturales como hidrolizado de colágeno y mezclas de aceites vegetales. Como fases oleosas, se utilizaron mezclas de aceites de coco, almendra, jojoba y aguacate (en diferentes proporciones), mientras que la fase acuosa consistía en agua de lavanda. Como emulsionante, se incorporó un producto de origen vegetal que contenía estearato de glicerilo y estearato de potasio (en el rango de concentración 4-5%), mientras que como modificador reológico se utilizó goma xantan (en un rango de concentración del 0,2-1%). Como conservantes se usó Cosgard (que contiene alcohol bencílico, ácido salicílico, glicerol y ácido ascórbico) y mezclas de dos aceites esenciales (limón y lavanda).

Las formulaciones diseñadas se evaluaron mediante sus propiedades fisicoquímicas (pH, viscosidad comportamiento tixotrópico), análisis de microscopía óptica y características sensoriales. Las emulsiones obtenidas presentan un comportamiento pseudoplástico y tixotrópico adecuado para las formulaciones de productos cosméticos para el cuidado de la piel.

- Gunsha A. Elaboracion de un emulsionente cosmetico a base de las saponinas del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) en Erpe. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Farmacia y Bioquimica. 2013. (23)

El objetivo del trabajo fue elaborar un emulsión a base de saponinas de agua de lavado de quinua, el diseño del estudio fue experimental deductivo, en el cual se usó el agua del lavado de quinua como agente emulsionante, para ello se usó 1000 L de agua por cada 700 Lb de grano de quinua, procediendo a la extracción y determinación de las saponinas, para demostrar la capacidad emulsionante de las saponinas de la quinua se trabajó en el laboratorio de Productos Naturales con el desarrollo metodológico de BONIFAZ L; la determinación de los metabolitos se realizó por parámetros fisicoquímicos y por cromatografía en placa, para la elaboración del shampoo y de la crema se utilizó la pasta de saponinas obtenida en las siguientes proporciones 5.4g/15mL para la crema y 5.0g/15mL para el shampoo respectivamente, estas concentraciones guardan relación con las características adecuadas dentro de las formulaciones como viscosidad, estabilidad, etc., en comparación a otras formulaciones que contienen emulsionantes químicos, los resultados de esta investigación demuestran que las saponinas de la quinua presentan la capacidad como emulsionante natural de tipo no iónico, con un pH neutro en formulaciones tipo O/W, que se caracterizan por no presentar un efecto toxico para la piel, y además puede constituir un agente emulsionante ecológico.

- Guevara Galaraga E. Saponinas triterpénicas de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en la elaboración de una crema con actividad exfoliante. Riobamba-Ecuador. 2012. (24)

El trabajo de investigación describe el proceso que se desarrolló en la manufacturación, metodología y formulación de la crema que contiene saponinas a diferentes concentraciones de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) reemplazando a otros excipientes de la formulación, la cual presenta un efecto exfoliante. El objetivo de la investigación fue la elaboración de una crema exfoliante, el diseño del estudio fue experimental de bloques al azar, para la formulación la concentración de saponinas fue del 10% al 90%, la determinación de saponinas se realizó mediante el método de la espuma, otra característica evaluada fue la calidad de los excipientes usados en la formulación, para la evaluación del efecto exfoliante se aplicó de forma tópica en varones y mujeres con intervalos de edad de 28 años, otro criterio de inclusión dentro del estudio fue que, el grupo control presentó tipo de piel mixta y el periodo de evaluación fue de 3 días. Se evaluó la estabilidad preliminar de la fórmula, sometiéndola a diferentes parámetros como temperatura y exposición a la luz, así como el recuento microbiológico. El análisis estadístico se realizó mediante la prueba de Tukey al 95%. Los resultados encontrados fueron que hay una adecuada concentración de saponinas, la formulación más estable fue la N°2 con una concentración de saponinas al 40%, los resultados del control de calidad todos resultados se consideran adecuados y dentro de los parámetros, los resultados para el tiempo de vida útil de la formulación fueron de 2 años, la crema presenta un efecto exfoliante debido a las saponinas de la quinua.

### 2.2.2 Nacionales

- Cuevas Espinal M, Lozano Julián R. Actividad antioxidante y composición de ácidos grasos, tocoferoles y tocotrienoles en tres variedades *Chenopodium quinoa Willdenow* y elaboración de una crema dermocosmética antienvjecimiento Lima-Perú. 2017. (25)

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo la extracción, evaluación de la capacidad antioxidante, elaboración y evaluación del efecto antienvjecimiento de una crema formulada con aceites de 3 diferentes variedades de *Chenopodium quinoa* Willd: quinua negra, blanca y roja. Primero se realizó la extracción de los aceites, la metodología para determinar su capacidad antioxidante fue a través del uso del método 2,2-difenil-1-picrihidrazil (DPPH) y el método 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico (ABTS+), el análisis de los componentes de los aceites se llevó a cabo por el método de CG (cromatografía de gases) y HPLC (cromatografía líquida de alta presión). Para la elaboración de la crema se usó el aceite de quinua a las concentraciones de 3, 6 y 9 %. Luego de su elaboración se evaluó las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas y por último el método para valorar el efecto antienvjecimiento fue a través de un estudio histológico in vivo en la piel de ratones. Los resultados obtenidos por el método DPPH fueron valores de IC% de 3.587; 2.576 y 3.316 ug/mL de quinua blanca, roja y negra respectivamente para cada grano y para el método antioxidante del ABTS+ se obtuvo 28.362, 29.176 y 31.351 mg trolox/g muestra de la quinua blanca, roja y negra de cada grano respectivamente, los resultados de las características de la crema están dentro de los valores aceptados y el estudio histológico de la piel de los ratones muestra un efecto antienvjecimiento en mayor proporción para la quinua roja, luego para la quinua negra y finalmente para la quinua blanca, y el efecto fue dependiente de concentración del aceite en la crema. (25)

- Chapillequen LLerena M, Alviz Huaman RA. Aplicacion de Metodos de Bioingenieria cutanea en la evaluacion de la eficacia de una formulacion dermocosmetica elaborada a base del aceite de *Amaranthus Caudatus* L. "kiwicha" Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2006. (26)

El objetivo de esta investigación fue la extracción del aceite de *Amarantus caudatus* "Kiwicha" para la elaboración de una crema dermocosmética. El método usado para la extracción del aceite fue el Soxhlet, también se realizó la evaluación de las características fisicoquímicas, índice de acidez, índice de refracción, peso específico, índice de saponificación, índice de yodo e índice de peróxidos, en la elaboración de la crema O/W se usó el aceite de kiwicha en una concentración del 5%. El método usado para evaluar la seguridad cutánea y ocular fue el Acute dermal Irritation/Corrosion (OECD 404) y el método Acute Eye Irritation/Corrosion (OECD 405) de la Guidelines for Testing of Chemical respectivamente; el periodo de evaluación de la eficacia de la formulación fue de 24 horas con el uso de equipos de bio-ingeniería cutánea, permitiendo evaluar parámetros como el efecto humectante en el equipo Corneometer, los parámetros viscoelásticos con el equipo Cutometer, la cantidad de perdida de agua transepidermica en el equipo Tewameter y el microrelieve cutáneo de la piel con el equipo Visioscan. Los resultados que se obtuvieron son que, la crema con el aceite de kiwicha al 5% genera en la piel un efecto humectante a lo largo del día y esto se puede percibir por el aumento de elasticidad, atenuación de arrugas y suavidad que se hace visible en valoración al ojo humano. (26)

### 2.2.3 Locales

- Roldan M, Aroni D. Evaluación del efecto hipoglucemiante del aceite esencial extraído por fluidos supercríticos y del extracto hidroalcohólico al 70% de las hojas de *Salvia officinalis* L. (Salvia) en un modelo de diabetes experimental inducida por estreptozotocina en ratas. Tesis de grado. Cusco-Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias de la Salud. 2018. (27)

El objetivo de la investigación fue evaluar la capacidad del efecto hipoglucemiante del aceite esencial y extracto hidroalcohólico al 70 %, extraído de las hojas de *Salvia officinalis*. L. (Salvia), para llevar el estudio se utilizaron 36 ratas machos, con peso promedio de 150-200 g, divididas en 9 grupos: un grupo con suero fisiológico, grupo experimental 100 mg/Kg, 200 mg/Kg y 500 mg/Kg para el extracto y para el aceite esencial el grupo blanco (aceite de girasol), grupo experimental 0,5 mL/Kg, 1 mL/Kg y 2 mL/Kg. El modelo de diabetes experimental inducido por estreptozotocina en ratas. Las condiciones de extracción del aceite esencial de *Salvia officinalis* fueron: Temperatura de 50°C, Presión de 150 a 250 bar, flujo de CO<sub>2</sub> 1.5 a 2 mL/min.

Posteriormente se realizó el tratamiento con la droga hipoglicemiante, el extracto y aceite para los grupos experimentales por 7 días. Los datos que se obtuvieron se llevaron al análisis estadístico con ANOVA y prueba de Duncan, para el porcentaje de extracción fue de 2,32% por fluidos supercríticos, tanto el extracto hidroalcohólico como el aceite esencial de las hojas de salvia tienen un efecto hipoglucemiante en una modelo experimental inducida por estreptomycin. (27)

## **2.3 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS**

### **2.3.1 Granos Andinos**

En el Perú y Bolivia los granos andinos representan una fuente de desarrollo económico para los sectores productores de estos granos, además de su ya mencionado valor nutritivo que es su carta de presentación para la comercialización dentro de las regiones del Perú, así como la exportación a otros países. En los últimos años los estudios del valor nutritivo de estos granos han despertado el interés en estos productos tanto a nivel nacional como internacional, generando una mayor demanda de producción incentivado por el consumo en las regiones del Perú (1).

Los granos andinos peruanos generan una gama de beneficios debido a su gran concentración de nutrientes, mineral y otros componentes en comparación con otros cereales de su misma categoría, generando un consumo a nivel mundial. El interés en estos granos genera un campo de desarrollo no solo a nivel económico sino también en innovación industrial para no solo consumir los granos como materia prima, sino también el desarrolló y elaboración de productos con valor agregado a base de estos granos y sean de exportación. Los granos representativos son la quinua, kiwicha y cañihua, así como el tarwi, los cuales sus centros de mayor producción están en la región andina, y esta se divide según las subregiones adecuadas para el cultivo de estos granos (1)

Las características más resaltantes de estos granos son su gran contenido de nutrientes que van desde antioxidantes, omegas hasta fibra, además de que contiene baja concentración de gluten, etc., por ello para generar mayor interés de los consumidores por estos productos se le llaman de forma coloquial “superalimentos”, que incentiva las campañas de valoración e innovación de estos productos para estar en los ojos del mundo, siendo estos granos una alternativa alimenticia. Por ello el Perú utiliza el marketing para generar un mayor consumo (1).

### 2.3.1.1 Cultivo de Granos Andinos

#### 2.3.1.1.1 Quinua:

Este grano, denominado quinua "*Chenopodium quinoa Willd*" es un alimento que se denomina completo ya que tiene una concentración de proteínas que van del 12 al 21.3%, así como vitaminas, ácidos grasos insaturados (omega 6 y 9), minerales, etc., el cultivo de este grano se realiza en la zona sur andina se caracteriza por poseer un clima helado (1)



*Fotografía N° 1: Planta de la quinua*

Este grano andino fue descrito por primera vez en el año 1778 por el botánico Willdenow, cuyo origen está en los Andes de Perú y Bolivia, en esa área se puede encontrar una gran variedad de ecotipos. (1)

El modo de cultivo de la quinua se da sobre todo en montañas de altura, pero hay adaptaciones de este grano que se puede dar en valles, a nivel del mar o zonas desérticas. Se considera que se agrupan en 5 tipos:

- Junín, quinua de valle seco y Cajamarca, quinua de valle húmedo.
- Quinua del altiplano, cuyas condiciones climáticas son de baja precipitación o también en planicies de hasta 3900 msnm y temperaturas bajas.



- En Bolivia, quinua de salares, las cuales tienen climas extremos.
- En Chile, quinuas a nivel del mar con climas húmedos.
- Bolivia entre altitudes de 1500 y 2000msnm, quinuas agroecológicas.

Aunque se da la variedad de climas para el cultivo de la quinua se recomienda que los suelos de cultivos sean francos, semiprofundos y que no se inundan para no afectar el desarrollo de la quinua (1).

#### 2.3.1.1.2 Kiwicha:

La kiwicha "*Amaranthus caudatus L.*" es considerado un cereal importante en la dieta humana ya que contiene un gran porcentaje de proteínas que van del 14 a 19% (1)



Fotografía N° 2: Planta de la kiwicha

La kiwicha se adapta a climas distintos, ya que posee un tipo eficiente de fotosíntesis, lo que le permite crecer rápidamente y no requiere mucho mantenimiento. Se ha logrado desarrollar a los alrededores de Lima al nivel del mar. (1)

Este grano se cultiva donde no hay zonas heladas, en altitudes de 2000 a 3000 msnm en la región norte sierra, se conoce también por el nombre de Amaranto y tiene diferentes tipos como:

- Perú, Bolivia, Argentina y Ecuador: *Amaranthus caudatus*.
- México: *Amaranthus cruentus*
- América central y México: *Amaranthus hypochondriacus*
- Estados Unidos: *Amaranthus edulis*, *Amaranthus retroflexus* y *Amaranthus gangeticus*.
- Japón y Estados Unidos: *Amaranthus tricolor*. (1)

#### 2.3.1.1.3 Cañihua:

Este grano fue descrito por Aellen en 1929, se conoce como cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*", es una especie andina que se caracteriza por su contenido de proteínas que va de 15.7 a 18.8%, también contiene calcio magnesio y fibra (1).



Fotografía N° 3: Planta de la cañihua

Este grano andino junto con la maca se caracteriza por tener mayor resistencia a temperaturas baja y a heladas, su cultivo se da mayormente en

Puno en las zonas Suni y Puna, en las tierras de Cochabamba, Cusco, Huancavelica y Huancayo. La cañihua posee una gran variedad de colores como:

- Cupi
- Rosada lasta
- Ramis
- Puca
- Morada
- Condorsaya. (1)

#### *2.3.1.2 Descripción Botánica de los Granos Andinos*

Los granos andinos en su mayoría tienen:

- I. Raíz pivotante, que termina en una raíz ramificada de longitud de 25-30 cm, dependiendo de las características del suelo aparecen raíces secundarias y terciarias.
- II. Poseen tallo cilíndrico y herbáceo, que forma angulosas a nivel donde se insertan las ramas y hojas, las cuales están dispuestas en los cuatro lados del tallo, su altura puede variar según la especie, la medula suele ser blanca y mientras madura se vuelve esponjosa, el color puede variar.
- III. Hojas enteras, simples, glabras, pecioladas, esparcidas no tienen estipulas, presentan oxalatos de calcio y vesículas granuladas, pinnatinervadas.
- IV. Inflorescencia del tipo de racimos denominado panoja.
- V. Sus frutos son del tipo aquenio cubierto por el perigonio, que al madurar toma forma estrellada con 5 pétalos que tiene la flor.

Los granos poseen una semilla lenticelada, está envuelta por el perisperma, el diámetro de la semilla es >2mm. (1)

### 2.3.1.3 Composición Química de los Granos Andinos

La composición de los granos andinos es alta en proteínas, aminoácidos, carbohidratos, ácidos grasos poliinsaturados (omegas 3,6 y 9), fibras entre otros, los más resaltantes son:

#### 2.3.1.3.1 Proteínas

Los granos andinos contienen proteínas de valor biológico (aminoácidos esenciales para el organismo animal) y valor nutricional que los convierten en concentrados proteicos, los valores fluctúan de un 15% a 30% según la especie. En la tabla 1 se muestra la concentración de proteínas y aminoácidos según la especie:

**Tabla 1. Composición de proteínas en la quinua negra, kiwicha y cañihua en g/100g de proteína**

<i>Proteínas/Aminoácidos</i>	<i>Quinua</i>	<i>Kiwicha</i>	<i>Cañihua</i>
<i>Proteínas</i>	12.5-16.7%	15%	14-19%
<i>Valina</i>	3.9	3.8	4.2
<i>Isoleucina</i>	3.2	3.2	3.4
<i>Lisina</i>	5.1	6	5.3
<i>Fenilalanina+Tirosina</i>	6.3	6.4	6.0
<i>Leucina</i>	7.9	5.4	6.1
<i>Metionina+Cisteína</i>	3.4	6.1	4.6
<i>Treonina</i>	3.8	3.3	3.3
<i>Triptófano</i>	1.5	1.1	0.9
<i>Histidina</i>	2.4	2.4	2.7

*Fuente: cuadro elaboración propia con datos Walters. (1)*

La importancia nutricional de los granos andinos está en el contenido de aminoácidos tanto esenciales como no esenciales, debido a que en las últimas décadas hay un aumento demográfico lo cual exige un aumento en la demanda alimenticia de ello deriva la valoración de los alimentos ricos en proteínas. (1)

#### 2.3.1.3.2 Carbohidratos

Las semillas de la quinua, kiwicha y cañihua contienen una gran cantidad de almidón, en forma de gránulos.

- La semilla de la quinua contiene entre 58 y 68% de almidón, presenta 2 tipos de cadenas poliméricas, una línea y la otra ramificada denominadas amilosa y amilopectina respectivamente; así como 5% de azúcares (28).
- Los granos de cañihua contiene un alto nivel en fibra dietética, así como una concentración de 63.4 % de carbohidratos, características que resaltan su valor nutricional (29).

Los gránulos que presentan los granos andinos son pequeños (2 $\mu$ m), son parcialmente cristalinos e insolubles a temperatura ambiente y agua lo cual constituyen en altamente digerible (30).

#### 2.3.1.3.3 Lípidos

El contenido de lípidos en los granos andinos es predominante en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS), que confieren un potencial uso en campo dermocosmético.

- La semilla de la quinua contiene una porción lipídica de 1.8-9.5%, entre ellos destaca la presencia de ácido oleico (omega 9) y ácido linoleico (omega 6) y ácido palmítico (31)
- La kiwicha contiene un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados,

por ejemplo, tiene 35-40% de ácido linoleico, 0.5-0.8% de ácido linoleico, así como escualeno en un 7% el cual tiene un papel importante en la absorción de radiación UV, además de poseer derivados de la vitamina E (32) (33).

- Los granos de cañihua contienen un alto porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS).

#### 2.3.1.3.4 Minerales

Los granos andinos son ricos en minerales según la especie, en la tabla 2 se muestra la composición de los minerales en los granos de quinua negra, kiwicha y cañihua:

**Tabla 2. Composición de minerales de los granos de quinua negra, kiwicha y cañihua**

<i>Minerales</i>	<i>Quinua negra</i>	<i>Kiwicha</i>	<i>Cañihua</i>
<i>Calcio</i>	Si	Si	Si
<i>Fósforo</i>	Si	Si	Si
<i>Potasio</i>	Si	Si	--
<i>Magnesio</i>	Si	Si	Si
<i>Hierro</i>	Si	Si	Si
<i>Sodio</i>	--	Si	Si
<i>Zinc</i>	Si	Si	Si
<i>Manganeso</i>	Si	Si	--
<i>Cobre</i>	Si	--	--

*Fuente: Elaboración propia con datos de Bruni (34), Alata (35) y Abougoch (36)*

### 2.3.1.3.5 Vitaminas

Los granos andinos tienen contenido de vitaminas como:

- La quinua contiene vitaminas A en un rango de 0.12 a 0.53 mg/100g de muestra, vitamina E de 4.6-5.9 mg/100g muestra, tiamina 0.05-0.60 mg/100g de muestra, Riboflavina 0.20-0.46 mg/100g de muestra, niacina 0.16-1.6 mg/100g de muestra y vitamina C 0.00-8.50 mg/100g de muestra. (36)
- El aceite de kiwicha tiene un contenido de derivados de la vitamina E, tocotrienoles alfa y beta (33)
- La cañihua tiene vitaminas del complejo B y vitamina E. (29)

También se describe que el grano de quinua contiene un glucósido en el pericarpio, el cual es denominado saponina y este se caracteriza por ser amargó, este se encuentra en porcentajes de 0,015% (dulce) a 0,17% en variedades amargas. (36)

### 2.3.1.4 *Propiedades Nutricionales y Beneficios De Los Granos Andinos*

Los granos andinos desarrollan un papel importante en la nutrición, debido a que nos proveen de nitrógeno y aminoácidos necesarios en la síntesis de proteínas, y como estos granos están dotados de un valor nutricional proteico alto es relevante para el consumo humano.

Otro gran beneficio de los granos andinos que no contienen gluten, el cual es apto para el consumo de personas alérgicas a este alimento, también se resalta la composición rica en ácidos grasos poliinsaturados (omega 9,6 y 3) que convierten a los granos andinos en alimentos saludables y bajo en grasas saturadas.

Por otro lado, al contener tanto vitaminas como minerales los hacen los alimentos de elección al considerarse estos como alimentos completos.

Además del uso alimenticio de estos granos, se resalta el uso en medicina alternativa de la quinua con propiedades desinflamantes, cicatrizantes, analgésicas. La kiwicha se usa para la obtención de tintes vegetales y de forma medicinal para el control de diarreas frecuentes por último la cañihua se usa en las regiones de Puno como repelente y para el tratamiento de la disentería. (30)

#### 2.3.1.5 *Producción de Granos Andinos*

De la producción bruta total de granos andinos del país, el mayor porcentaje lo abarca la quinua con un 82% del total que se desarrolla, esto representa un volumen de 100,000 toneladas registradas para el año 2014, es por ello que hay un mayor crecimiento en este sector agrícola los cuales se desarrollan en las regiones de Puno y Arequipa con volúmenes de producción de 36% y 21% respectivamente y seguidos por las regiones de Ayacucho y Junín con el 13% y 8% respectivamente, el porcentaje restante se distribuye en otras zonas del Perú (1).

#### 2.3.2 Emulsiones

Hace referencia a una dispersión más o menos estable en donde se hallan dos fases, una denomina fase dispersante y la otra fase dispersa (37)

Las emulsiones presentan una fase acuosa y la otra fase oleosa, este hace que se clasifiquen en emulsiones de tipo O/W aceite en agua o W/O agua en aceite, las primeras descritas se denominan las oleo acuosas, que contienen pequeñas gotas de caite como fase interna, continua las cuales están rodeadas de la fase externa o dispersa. El segundo tipo son la hidro oleosas estas tienen como fase interna o continua pequeñas gotas de agua dispersas en la fase dispersa o externa que es el aceite. (37)

Se debe mencionar que hay emulsiones del tipo mixto, en estas coexisten los dos tipos que se nombraron antes, las cuales son denominadas emulsiones duales. Se debe puntualizar que también hay otra emulsión del tipo agua en silicona, estas, aunque no sean relevantes (36).



### 2.3.2.1.1 Agentes Tensoactivos de Emulsión

Estas moléculas se clasifican según la naturaleza iónica de la cabeza, entre estos agentes tensoactivos tenemos:

- Aniónicos: en estas moléculas tensoactivas la cabeza presenta una carga negativa.
- Catiónicos: la molécula de estos agentes tensoactivos presenta una cabeza con carga positiva.
- No iónicos: estas moléculas del agente tensoactivo carecen de carga, pero cabe mencionar que presentan grupos etoxilados los cuales tienen afinidad por el agua, y su otra parte no polar presentan una cadena de hidrocarburos simple. (36)

### 2.3.3 Extracción por fluidos supercríticos

Se conoce como fluido supercrítico, toda sustancia que se encuentra por encima de su temperatura y presión críticas termodinámicamente hablando. Tiende a difundir como un gas a través de los sólidos, y se comporta como un líquido al disolver los materiales. Sus propiedades físicas como densidad, difusividad y viscosidad se modifican por el cambio de las condiciones de presión y temperatura (14). Por todas estas características son usados en los procesos de extracción como buenos sustitutos de solventes orgánicos.

Generalmente se usa CO<sub>2</sub> como fluido supercrítico en la extracción de solutos como los aceites, debido especialmente a sus propiedades fisicoquímicas ideales para separar compuestos termolábiles. Presenta una temperatura de 31,1°C y una presión crítica de 73,8 bar, que son relativamente bajas, lo que además garantiza que el consumo energético sea también bajo. Su selectividad es alta, no es inflamable, ni tóxico, ni corrosivo, tiene un costo bajo, es abundante y no produce residuos dañinos para la salud ni para el medio

ambiente (38) (39). Aunque, su carácter apolar limita la solvatación de compuestos apolares (20).

El proceso de extracción por fluidos supercríticos consta de cuatro etapas (14).

**Etapa de presurización:** en la cual la presión del gas usado como solvente se eleva por sobre su presión crítica, para lo cual se utiliza un compresor o bomba.

**Etapa de ajuste de temperatura:** la temperatura es regulada ya sea removiendo o adicionando energía térmica, se puede usar con este propósito un baño térmico, una resistencia eléctrica o un intercambiador de calor, que permitan lograr que el solvente comprimido alcance la temperatura de extracción necesaria, que como sabemos está por sobre su temperatura crítica.

**Etapa de extracción:** el fluido supercrítico debe llegar al extractor que tiene el producto o materia prima de la cual se extraerá el aceite o soluto que nos interesa.

**Etapa de separación:** se procede a descomprimir el gas usando una presión por debajo de la presión crítica, lo que conduce a la liberación del aceite, el cual se colecta en un recipiente adecuado para su posterior separación.

La extracción por fluidos supercríticos se ha convertido en un método alternativo para la extracción de aceites de origen vegetal, porque garantiza la calidad de los aceites obtenidos al no presentar los inconvenientes de los disolventes orgánicos tradicionales. (40)

A continuación, se muestra el diagrama de la extracción supercrítica:

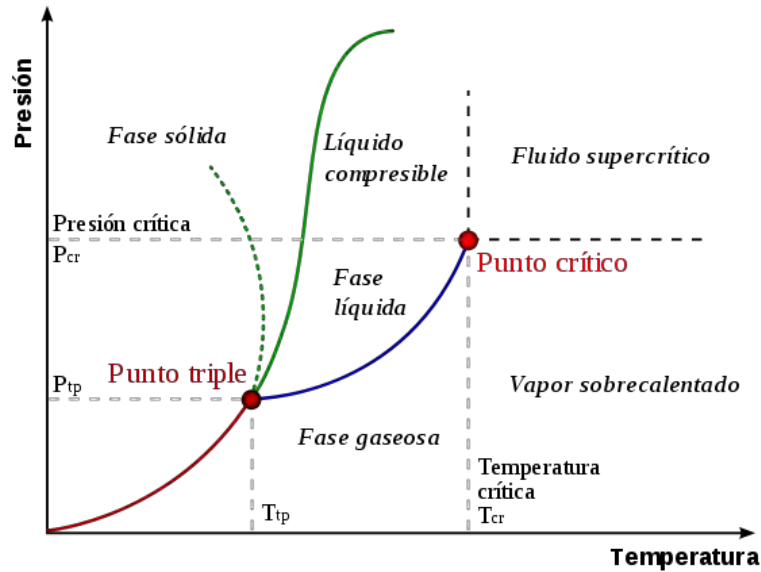


Gráfico 1. Diagrama de fases. En la parte superior derecha se ve el Fluido Supercrítico.

### 2.3.3.1 Ventajas de la Extracción con Fluidos Supercríticos:

En los últimos tiempos la extracción con fluido supercrítico ha alcanzado un mayor auge por la aplicación que se ha encontrado en la industria. Entre las principales aplicaciones se encuentra el descafeinado del té y café, extracción de lúpulos, aromas, sabores, perfumes y especias, extracción de aceites vegetales y grasa de semillas, extracción de glucosa y celulosa entre otros. (41)

Adicionalmente el dióxido de carbono supercrítico (SC-CO<sub>2</sub>) es abundante, barato, fácil de transportar, está disponible en altos grados de pureza, no es inflamable ni tóxico, se produce naturalmente y es metabolizado por los organismos vivos. El SC-CO<sub>2</sub> es un solvente conveniente para aislamiento de sustancias deseadas de la matriz natural, porque tiene una temperatura crítica baja, es un solvente limpio, no causa ningún problema residual y es inodoro e incoloro. Sin embargo, las limitaciones existentes se deben a los altos costos de los equipos: se necesita una infraestructura especial y segura para el trabajo en las condiciones requeridas. El CO<sub>2</sub> tiene limitaciones en cuanto a la extracción de compuestos polares, pero este inconveniente se puede resolver añadiendo etanol como modificador de la polaridad. (42)

#### 2.3.4 Estabilización Aceites Vegetales

Los aceites vegetales tales como el aceite de sachá inchi (ASI) y oliva (AO) contienen ácidos grasos monoinsaturados (omega-9) y poliinsaturados (omega-6), y pequeñas cantidades de omega-3, en la industria cosmética el uso de estos aceites es de gran relevancia tal es el caso de L'Oreal quien patentó una formulación con ingredientes naturales, desarrollando un cosmético o composición dermatológica que consiste en una emulsión estable de aceite en agua de 15% al 50% de un aceite vegetal que contiene al menos un 40 % de ácido linoléico) (43).

Los aceites vegetales son compuestos orgánicos que se obtienen a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. Están formados básicamente por triglicéridos, diglicéridos, ácidos grasos (ácido esteárico, linoleico, oleico y linoléico) y otros constituyentes minoritarios como tocoferoles y esteroides (44). Los ácidos grasos hidratan, suavizan, mejoran la flexibilidad de la piel, y además reparan la epidermis, por esta razón son ampliamente utilizados en cosmética y dermofarmacia (45).

Los principales componentes de los aceites vegetales usados en dermocosmética son los ácidos poliinsaturados (PUFAS) (46).

La oxidación de los PUFAs genera compuestos volátiles que imparten sabores y aromas indeseables poniendo en peligro la calidad nutricional del aceite y limitando su vida útil (47)

#### 2.3.4.1 Oxidación de los Acidos Grasos Poliinsaturados (PUFAS)

El proceso de oxidación de los PUFAS se da por varios factores que modifican la estructura de estos. A continuación se describe el proceso de autooxidación:

1. El átomo de H<sup>+</sup> de un ácido graso insaturado es abstraído (R:H) y pasa a formar un radical alquilo (R<sup>•</sup>).
2. El radical alquilo que se formó es termodinámicamente inestable, por la presencia de iniciadores (radicales libres) y por factores como el oxígeno singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>) o pigmentos los cuales actúan como fotosensibilizadores.
3. Con el fin de estabilizar la molécula del (R<sup>•</sup>) genera un cambio de posición del doble enlace (de cis a trans) lo que produce un sistema conjugado (dieno).
4. El R<sup>•</sup> tiende a reaccionar con el O<sub>2</sub> para formar un radical peroxilo (ROO<sup>•</sup>) el cual posee una gran energía, esto lo hace una radical que puede reaccionar con el H<sup>+</sup> de otro ácido graso insaturado para formar un radical hidro-peróxido (ROOH) y un nuevo radical (R<sup>•</sup>).
5. Esta reacción genera una propagación entre los ácidos grasos insaturados.(48).
6. El hidro-peróxido (ROOH) pasa a formar radicales alcoxis (RO<sup>•</sup>) e hidroxilo (HO<sup>•</sup>) que tiene la capacidad de abstraer H<sup>+</sup> de los PUFAS o reaccionar con los sistemas conjugados y generar una reacción en cadena. (49).
7. La reacción finalmente termina cuando dos especies radicales forman una especie no radical (ROOR). (49)

#### 2.3.4.2 Modelo De Estabilización De Aceites Vegetales usando Tocoferol

La estabilidad oxidativa de los aceites es conceptualizada como la resistencia que pone una matriz lipídica a la oxidación por factores como luz, temperatura, oxígeno y otros factores que genera deterioro en las moléculas del aceite en un determinado periodo de tiempo relativamente corto. (50).

La determinación de la estabilidad oxidativa de los aceites se realiza por métodos estáticos tales como el índice de peróxidos, p-anisidina dienos y trienos conjugados o métodos dinámicos que están estandarizados como el Índice de Estabilidad Oxidativa (OSI) por rancimat (51).

Muchos aceites vegetales se caracterizan por ser ricos en ácidos grasos poliinsaturados (PUFAS), esta característica los hace propensos al proceso de oxidación. Para poder controlar este proceso oxidativo se utilizan métodos de estabilización, uno de ellos es el método de la estufa de Schaal. (50).

#### 2.3.4.2.1 Método de la estufa de Schaal:

La muestra de aceite se calienta a unos 60 - 65°C en la oscuridad y se examina periódicamente hasta detectar el enranciamiento producido por la oxidación, para detectar el punto de oxidación se realiza un análisis sensorial y químico (52). Este tipo de estudio nos ayuda a determinar el tiempo de vida de un aceite para el uso y consumo humano.

#### 2.3.4.2.2 El método Rancimat:

Se realiza bajo condiciones aceleradas de almacenamiento a altas temperaturas, es ampliamente utilizado por ser confiable, reproducible, no demanda consumo de reactivos y las medidas pueden ser monitoreadas automáticamente a través del tiempo (53) (54).

### 2.3.5 Control de Calidad de productos Cosméticos

En la industria cosmética hay una rama que se ocupa de garantizar la calidad de dichos productos, mediante pruebas que aseguren la calidad de los productos para poder ser comercializados en el mercado. Los productos cosméticos deben cumplir con todas normas ya que es un producto terminado al igual que medicamentos, alimentos, dispositivos médicos, etc., los cuales pueden tener algún tipo de variación en la etapa de elaboración y final.

Estos cambios que se pueden presentar son:

- ✚ Incompatibilidad entre sus ingredientes, tanto para la formulación como el de envases.
- ✚ Alteraciones físicas del producto después de su elaboración.
- ✚ Alteraciones fisicoquímicas en la etapa de almacenamiento, por exposición a condiciones ambientales.
- ✚ Alteraciones por el uso del consumidor final, los cuales pueden ser prevenibles si se dan las indicaciones en el etiquetado.
- ✚ Alteraciones por contaminación microbiológica.

Debido a ello el fabricante debe garantizar la calidad del producto durante las etapas de diseño, desarrollo y terminado del producto cosmético, lo cual asegurara que los productos no presenten alteraciones de carácter físico, químico y microbiológico mediante pruebas.(55)

Por ello los productos cosméticos deben ser sometidos a pruebas físicas, químicas y microbiológicas que evalúen los posibles cambios que ocurrirán, esto permite que los laboratorios que fabrican establezcan protocolos que aseguren la calidad en condiciones similares, lo que garantiza el regulamiento adecuado de estos productos. (55)

#### *2.3.5.1 Pruebas de Calidad de productos Cosméticos*

Las pruebas para el control de calidad se realizan a todos los productos, lo cual tiene como objetivo la conformidad, verificación de las materias primas, materiales y envase según las especificaciones del fabricante.

El funcionamiento de dichas pruebas depende de las precauciones en el momento de la manipulación del producto, las condiciones de análisis del fabricante, el tipo de método estandarizado, los equipos, etc.

A continuación, se describen las pruebas que se realizan: (54)

### 2.3.5.1.1 Pruebas organolépticas

Son pruebas utilizadas para evaluar las características que son determinados mediante los órganos de los sentidos, dentro de estos están el tacto, olor, sabor, aspecto y color.

Estas características ayudan a determinar los cambios, a la vez que detectan parámetro para evaluar en que estado se encuentra la muestra, como por ejemplo la formación de grumos, turbidez, cambios de color, precipitación, etc.

Para realizar esta prueba se necesita usar una muestra estándar o de referencia, las cuales están en condiciones controladas que evita los cambios en las características organolépticas, esto permite observar las características Macroscópicas de las muestras en comparación a la muestra estándar. Los ensayos establecidos según el fabricante miden las características iniciales organolépticas correspondientes, el tipo de estándar usado es decidido por el fabricante. (55)

- Los análisis de color se realizan por diferentes métodos los utilizados son los visuales y con apoyo instrumental por el espectrofotómetro, para el análisis visual compara el color de la muestra con un estándar determinado, las condiciones para el análisis pueden ser naturales, artificiales de luz blanca. El análisis instrumental con el uso de un detector reemplaza al ojo humano, este se determina mediante la comparación de espectros.(55) (56).
- Para realizar el análisis de olor, se compara la muestra con un estándar de referencia, esta prueba busca compara el olor de los productos usando el olfato para ver la similitud o diferencia de las fragancias, extractos o producto que se este usando. (55) (56)



- Para el análisis de sabor, se somete a evaluación comparativa, el sabor debe estar de acuerdo con el estándar establecido, este tipo de pruebas se realiza para labiales, enjuagues bucales, pastas dentales, etc. (55)(56)

Para determinar la eficacia sensorial del cosmético se debe emplear una metodología estándar, lo cual limita el factor personal para crear un estándar con propiedades equiparables para el consumidor, dentro de estas tenemos:

- Aspecto del producto.
- Sensación al tomar el producto.
- Sensación durante la aplicación del producto.
- Aspecto secundario y sensación táctil.

La eficacia del producto cosmético es el grado de adecuación entre las necesidades del consumidor y las propiedades del producto. (55)

#### 2.3.5.1.2 Pruebas Fisicoquímicas

Son ensayos para determinar las características del producto, según los procedimientos establecidos. Para este tipo de ensayos se utiliza como herramienta equipos los cuales deben estar adecuadamente calibrados y con mantenimiento permanente según los programas establecidos, esto garantizará la trazabilidad que asegure la validez de los resultados que se obtienen, los métodos más comunes son: (55)

- Determinación del pH
- Viscosidad
- Densidad, etc.

### 2.3.5.1.3 Pruebas Microbiológicas

Según la resolución 1482 del 2020 dada por la Comunidad Andina de Naciones estandariza los parámetros de contenido microbiológico que debe tener un producto cosmético, lo que permite tener medidas de control y vigilancia del producto en el mercado, a la vez que estos productos cumplan las normas sanitarias e indiquen las técnicas durante su cadena de elaboración hasta el producto final. (57)

Los productos cosméticos se pueden alterar fisicoquímicamente debido al crecimiento bacteriano, la presencia de microorganismos puede generar cambios en las características físicas como: olor, color, textura, etc., estas alteraciones en el producto cosmético puede poner en riesgo la salud del consumidor.(58)

Los principales patógenos causantes de contaminación microbiana en cosméticos son:

Las principales causantes de contaminación microbiana de productos cosméticos son: *Pseudomona aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Hongos filamentosos y levaduras*; *Candida albicans*. (58)

Las pruebas recomendadas para realizar el recuento microbiológico son recuento de:

- Aerobios mesófilos.
- Hongos filamentosos y levaduras.

Ausencia de patógenos, Test de desafío o efectividad de preservantes. (59)

De la misma manera que se ha implementado las pruebas de control de calidad de los productos cosméticos se debe implementar las pruebas de estabilidad de estos productos lo cual permite conocer los posibles cambios que se pueden dar en las formas cosméticas: (59)

### 2.3.5.2 Ensayos de Estabilidad en Productos Cosméticos

Dependiendo de las especificaciones que se han determinado para el ensayo o fase de desarrollo del producto cosmético se hace posible identificar cualquier tipo de cambio que presenta la forma cosmética que comprometa su calidad. Debido a ello es necesario realizar el control de calidad en el momento que se presenta cambios en la estabilidad del producto cosmético, teniendo como definición “Las propiedades que tienen los productos de mantener dentro de un periodo de tiempo da comienzo a su vida útil” (60)

#### 2.3.5.2.1 Estabilidad preliminar

Las pruebas de estabilidad de este tipo, son los primeros en estudiar ya que son utilizadas como pruebas de selección en la etapa de diseño y desarrollo, depende mucho del formulador realizarla o no ya que permite orientar la elección de la formulación para tener en cuenta el comportamiento del producto en las condiciones ambientales a las que será expuesto con la finalidad de observar posibles reacciones entre los materiales que componen el producto, lo cual permite determinar las características de la formulación y no la vida útil del producto. (51)

Los ensayos utilizados deben estar en condiciones que generan estrés al producto y permitan observar los problemas de estabilidad que afectan al producto, generalmente se evalúa la estabilidad química y física del producto.

El periodo habitual de estudio es de 15 días y favorece la elección de la formulación estos ciclos son:

Ciclo de calentamiento en la estufa, la temperatura puede variar de 37° a 50° ± 2 °C.

Ciclos de enfriamiento, la temperatura puede variar de -10° a 5° ± 2 °C.  
(56)

## CAPITULO III

### 3 MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 MATERIALES

##### 3.1.1 Materiales Biologicos

Muestra vegetal: Granos de *Amaranthus caudatus* L., variedad Taray INIA 414 (Kiwicha); *Chenopodium quinoa* Willd., variedad Negra Collana INIA 420 (Quinua) y *Chenopodium pallidicaule* Aellen variedad Illpa INIA 406

Muestra obtenida: Aceites de QUINUA, KIWICHA Y CAÑIHUA

##### 3.1.2 Materiales e Instrumentos De Laboratorio

###### 3.1.2.1.1 Equipos:

- Balanza analítica (OHAUS)
- Refractómetro (ABBE SCHMIDT & HAENSCH - AR 12)
- Baño maría (Memmert WNB10)
- Centrífuga (GREETMED GT 119-100T)
- pH- metro (Pocket pH- meter can BNC)
- Bureta digital
- Microscopio (Leica DM500)
- Cocina eléctrica.
- Agitador magnético
- Mezclador
- Incubadora
- Cromatógrafo de gases CG-EM

### 3.1.2.1.2 Materiales de vidrio:

- Beakers
- Baguetas
- Tubos de ensayo
- Placas Petri estériles 15x100mm de vidrio
- Pipetas volumétricas de 1.5 y 10 mL
- Fiolas de volumen 10, 25 y 50 mL
- Matraz Erlenmeyer 50, 100, 250 y 500mL
- Probeta de 10, 25, 50 y 100mL
- Algodón
- Embudo simple
- Gradillas
- Micropipetas
- Papel filtro
- Soporte universal
- Pinzas
- Papel de aluminio

### 3.1.2.1.3 Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol etílico al 95° o etanol al 95%
- Solución indicadora de fenolftaleína al 1%.
- NaOH 0.1N (hidróxido de sodio al 0.1N)
- Cloroformo
- Ácido acético
- KI yoduro de potasio 10%
- Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0.01N y 0.1N (tiosulfato de sodio al 0.01N y 0.1N)
- Almidón al 1% (almidón indicador, solución al 1%)
- Tetracloruro de carbono
- Reactivo de Hanus
- HCl 0.1N (ácido clorhídrico al 0.1 N)

- KOH 0.1N (hidróxido de potasio al 0.1N)
- NaCl 0.5N (cloruro de sodio al 0.5N)

#### 3.1.2.1.4 Insumos para preparar las emulsiones

- Agua destilada
- Cyclopentasiloxano DC 245
- Isopropil palmitato POLYMOL 812
- Dimeticona/dimeticonol DC 1401
- Acrilamida/Sodio acrilato copolímero y parafina líquida RHEOSOL AVC
- Fenoxietanol/Caprylil glicol/Propilen glicol SD PCGALIGUAR

#### 3.1.2.1.5 Otros

- Gasas estériles.
- Jeringas descartables 1, 5, 10 y 20 mL.
- Barbijo quirúrgico.
- Guantes estériles.
- Gorros estériles.
- Frascos de color ámbar de 20 y 100 mL.
- Envases estériles.
- Esparadrapo.
- Papel aluminio

## 3.2 DISEÑO METODOLOGICO

### 3.2.1 Tipo de Investigación y Diseño Metodológico

La investigación es de tipo descriptiva prospectiva ya que se determinó las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de las emulsiones al variar las concentraciones de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua y se logró formular emulsiones cosméticas usando los aceites de las tres especies en estudio.

Es prospectiva ya que permite la observación de las características de las emulsiones cosméticas sometidas a factores de estrés para evaluar su estabilidad.

El trabajo presenta 3 etapas:

- La primera etapa está relacionada con la extracción de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua. Y la estabilización del aceite de cañihua con Tocoferol.
- La segunda etapa está relacionada con la elaboración de las emulsiones (estudios de pre-formulación) a diferentes concentraciones con los aceites fijos de quinua negra, kiwicha y cañihua.
- La tercera etapa está relacionada con la determinación de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de las diferentes emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.

**Tabla 3. Modelo de estabilización del aceite de cañihua con tocoferol**

MUESTRA	ADICIÓN DEL TOCOFEROL	EVALUACIÓN DE LA OXIDACIÓN DEL ACEITE A LOS 3 DÍAS
ACEITE DE CAÑIHUA	X <sub>1</sub>	I1
	X <sub>2</sub>	I2
	X <sub>3</sub>	I3
	X <sub>4</sub>	

DONDE:

X 1-4: Concentración del tocoferol a 0,05%, 0.1%, 0.25% y 0.5%

I1: Prueba Valor de peróxido (VP)

I2: Prueba Índice de acidez

I3: Prueba Índice de Yodo

**Tabla 4. Modelo de formulación de las emulsiones a las concentraciones del 3 % y 5 % de los aceites de Quinua negra, Kiwicha y Cañihua.**

FORMULACION CON ACEITE DE:	FORMULACION 1	FORMULACION 2
Aceite de quinua negra	3%	5%
Aceite de kiwicha	3%	5%
Aceite de cañihua	3%	5%

DONDE:

F1, F 2: Son las formulaciones según la concentración aceite fijo de quinua.



### 3.3 MUESTRA

- PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ACEITES DE QUINUA, KIWICHA Y CAÑIHUA
  - 700 g de semillas de *quinua negra*, *kiwicha* y *cañihua*.
  
- PARA LOS ENSAYOS DE PREFORMULACIÓN DE LAS EMULSIONES A BASE DE ACEITES
  - Aceite de oliva
  
- PARA LOS ENSAYOS DE ELABORACIÓN DE LAS EMULSIONES A BASE DE ACEITES
  - Aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua
  
- PARA LOS ENSAYOS DE VALORACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LAS EMULSIONES
  - Emulsiones a base de aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua

#### 3.3.1 Criterios de Inclusión y Exclusión

##### PARA LOS ACEITES EN LA FORMULACIÓN DE LAS EMULSIONES

##### a) CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Aceite de quinoa negra
- Aceite de kiwicha
- Aceites de cañihua

##### b) CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Otro tipo de aceite.

### 3.4 VARIABLES

#### 3.4.1 Operacionalización de Variables

##### DEFINICION Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

###### VARIABLES

###### ACEITES DE GRANOS ANDINOS

###### INDICADORES

1. Extracción por CO<sub>2</sub> Supercríticos de los aceites de cada una de las especies de granos andinos (*Amaranthus caudatus* L., *Chenopodium quinoa* Willd. y *Chenopodium pallidicaule* Aellen).
2. Características fisicoquímicas de los aceites obtenidos de los granos andinos, obtenidos de los granos andinos (*Amaranthus caudatus* L., *Chenopodium quinoa* Willd. y *Chenopodium pallidicaule* Aellen)

**Tabla 5. Operacionalizacion de Variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	INDICADORES	TIPO DE MEDICION	NATURALEZA	PROCEDIMIENTO DE MEDICION	EXPRESION FINAL
VARIABLES IMPLICADAS						
FORMULACION Y CONTROL DE CALIDAD DE EMULSIONES	Son ensayo oficialmente aceptados que establecen límites para caracterizar un producto. (61)	Control <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organolépticos</li> <li>• Físicoquímico</li> <li>• Microbiológico</li> </ul>	Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativo</li> <li>• Cuantitativo</li> <li>• Cualitativo</li> </ul>	Medición usando los sentidos. Ensayos de pH, extensibilidad. Ensayos de recuento microbiológico.	Color, olor, aspecto.  % de pH, milímetros (mm). Presencia o ausencia de UFC/g
ACEITES DE QUINUA, KIWICHA Y CAÑIHUA	Sustancias de carácter lipídico que se derivan a partir de semillas u otras partes de la planta. (44)	Características <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organolépticos</li> <li>• Físicoquímico</li> </ul>	Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativo</li> <li>• Cuantitativo</li> </ul>	Medición usando los sentidos. Medición de la densidad relativa, IR, IA, II, IP*	Color, olor, aspecto.  Valor de g/ml; mg/NaOH/g; g de l/100g y meq O2/kg
ESTABILIZACION DE ACEITES	Proceso por el cual se fortalece a la matriz lipídica a resistir al proceso de oxidación. (50)	Nivel de oxidación del aceite.	Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul>	Medición del índice de acidez, yodo y peróxidos.	Valor mg/NaOH/g; g de l/100g y meq O2/kg.

VARIABLES NO IMPLICADAS						
EXTRACCION POR FLUIDOS SUPERCRITICOS	Método de extracción en que se usa una sustancia que están por encima de su temperatura y presión según la termodinámica. (14)	Porcentaje de extracción	Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantitativo</li> </ul>	Medición de la extracción	% de extraccion
FACTORES AMBIENTALES	También denominado factor ecológico, es cualquier factor que influye en un producto. (62)	Control de Temperatura, presión.	Directo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativo</li> </ul>	Medición de la temperatura y presión ambiental.	En grados °C y mmHg

*Fuente: elaboración propia según (61), (50), (14), (44) y (62)*

### 3.5 PROCEDIMIENTO

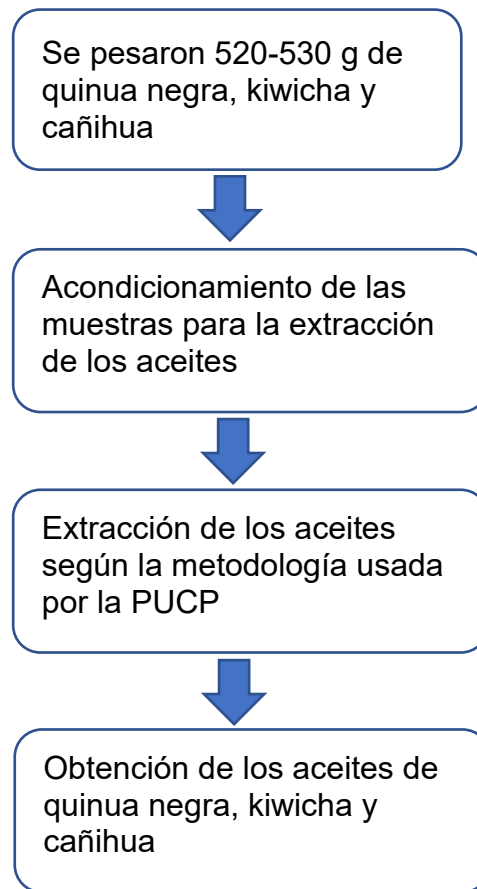
El trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología Farmacéutica en la Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNSAAC.

#### 3.5.1 Obtención de los Aceites de los Granos De Quinua Negra, Kiwicha y Cañihua

- **Recolección y selección de la muestra:** las muestras de los granos andinos fueron obtenidas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA Puno y Cusco) asegurándose la calidad e identidad genética de los granos.
- **Peso y envió de la muestra:** las muestras de los granos andinos se pesaron 700 g de quinua negra, kiwicha y cañihua en bolsas con cierre hermético y posteriormente se enviaron al laboratorio de Procesos Industriales de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).
- **Extracción de los aceites por CO<sub>2</sub> supercrítico:** La extracción de aceites de granos andinos por fluidos supercríticos, siguiendo el método que a continuación se describe:
- Se empleó el Equipo SFT-150 SFE SYSTEM, una Bomba HPLC Isocrática Estándar Serie II y un cilindro de CO<sub>2</sub> líquido. Las condiciones de extracción fueron: Presión: 300 bar, Temperatura: 45°C, Tiempo total de extracción: 3 horas. La variación de la cantidad de aceite obtenido se debió a la naturaleza de la materia prima (63)

**Flujograma 1.**

**Obtención de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua**



Fuente: elaboración propia

**3.5.2 Obtención del Porcentaje de Extracción de los Aceites de Quinua Negra, Kiwicha y Cañihua**

Para determinar el porcentaje de extracción (%RAE) se tomó en cuenta la cantidad inicial de muestra de los granos; 520g de quinua negra, 530g de kiwicha y 520g de cañihua este se correlacionó con el volumen final de aceite extraído hasta agotamiento; 7.762g de quinua negra, 10.416g de kiwicha y 11.157g de cañihua de acuerdo a la fórmula (64)

**Fórmula 1. Porcentaje de extracción**

$$\% \text{ EA} = \frac{\text{g. De aceite Extraído}}{\text{g. de muestra Vegetal}} \times 100$$

En donde:

% EA: Porcentaje de extracción del aceite

3.5.3 Determinación las Características Fisicoquímicas de os Aceites de Quinoa Negra "*Chenopodium quinoa Willd*", Kiwicha "*Amaranthus caudatus L*" Cañihua "*Chenopodium pallidicaule Aellen*".

**3.5.3.1 Determinación de la Densidad Relativa**

**Fundamento:** Se refiere a la relación de la masa con el volumen de los aceites dependientes de factores como la temperatura y presión.

**Método:** Se usa un picnómetro el cual antes de cada medición debe estar calibrado, se usó un baño termostático y una balanza marca KERN ABS 320-4N. La prueba se realizó por triplicado. Para el cálculo de los valores de la densidad de los aceites se usó la siguiente fórmula (65).

**Fórmula 2. Densidad relativa**

$$P = \frac{M_2 - M_1}{v_d}$$

En donde:

P: Densidad

M<sub>1</sub>: masa del picnómetro vacío (g)

M<sub>2</sub>: masa del picnómetro con muestra (g)

V<sub>d</sub>: volumen del picnómetro a temperatura ambiente.

### 3.5.3.2 Índice de Refracción

**Fundamento:** Mide la dirección del ángulo de refracción.

**Método:** Se usó el refractor de mesa Isolab, se añadió las muestras de los aceites en un prisma y luego se realizó la medición a una temperatura de 20 a 25 °C. Una vez que se tienen los valores del ángulo de refracción se obtiene los valores, el ensayo se hace por triplicado. (66)

### 3.5.3.3 Determinación del Índice de Acidez:

**Fundamento:** Se determina la relación entre la cantidad en mg de NaOH (hidróxido de sodio) que se necesita para neutralizar en 1 g de muestra del aceite que contiene los ácidos grasos.

**Método:** En este método para obtener la solución se usa 10 g del aceite muestra en 50 mL de una mezcla alcohol: éter, la cual se neutraliza con fenolftaleína, si la muestra no se incorpora adecuadamente a la solución se lleva a temperatura no muy alta y se agita la solución, una vez obtenida la muestra completamente integrada se añade un 1mL de fenolftaleína y se lleva a titulación con hidróxido de sodio hasta que haya una coloración en tonos rosados persistente por un minuto. Se realiza la determinación por triplicado y usando un blanco. La siguiente ecuación se usa para determinar los valores del índice de acidez. (67)

**Fórmula 3. Índice de acidez**

$$IA = \frac{V \times N \times 56,1}{W}$$

En donde:

IA: es la cantidad de miligramos de NaOH usados para neutralizar los ácidos grasos libres de la muestra.

V: volumen en mL de la solución NaOH usada

W: peso del aceite muestra en gramos.



#### 3.5.3.4 Determinación del Índice de Yodo

**Fundamento:** nos indica la relación de la cantidad de yodo que se fija en 100 g de muestra a la temperatura indicada.

**Método:** Se pesa el aceite muestra (100 g) en un matraz, luego incorporar 15mL de la mezcla de ciclohexano: ácido acético, se agita la solución y se agrega 25 mL de cloruro de yodo, se tapa y deja reposar por 1 hora, después del tiempo de reposo se añade 20mL de solución de yoduro de potasio y 150 mL de H<sub>2</sub>O y luego se mezcla. Luego se realiza la titulación con tiosulfato de sodio a 0.1 N y se añade como indicador 1 mL de almidón. La determinación se realiza por triplicado y usando un blanco, para el cálculo de los valores se usa la siguiente fórmula: (67)

#### Fórmula 4. Índice de yodo

$$II = \frac{(B - M) \times 12,69}{W}$$

En donde:

II: Cantidad de yodo en gramos usado con 100 g de muestra.

B y M: Es el volumen gastado de tiosulfato de sodio solución en la titulación del blanco y muestra.

N: Normalidad de la solución de tiosulfato de sodio.

W: Peso de la muestra en gramos.

#### 3.5.3.5 Determinación del Índice de Peróxidos

**Fundamento:** Indica la presencia de peróxidos o hidroperóxidos, que se forman, cuando los ácidos grasos insaturados en las grasas y aceites reaccionan con el oxígeno, es una forma de medir la cantidad de oxígeno asociado a esta transformación y determina la relación de cantidad de miliequivalentes de oxígeno por g de muestra de aceite.

**Método:** Para obtener la solución muestra se pesa 0.001 g de aceite muestra, se añade 10 mL de cloroformo en el matraz y se agita hasta disolución completa, posteriormente se añade 15 mL de ácido acético y 1 mL de yoduro de potasio, se lleva a oscuridad por 5 minutos, se añade 75 mL de H<sub>2</sub>O y luego se titula con tiosulfato de sodio 0.01 N, la prueba se hace por triplicado para calcular los valores del índice de peróxidos se usa la siguiente fórmula: (51)

**Fórmula 5. Índice de peróxidos**

$$I.P = (A - A_1) \times N \times \frac{1000}{M}$$

En donde:

IP: Índice de peróxidos

A: Volumen de tiosulfato 0.001 N gastado

A<sub>1</sub>: Volumen de tiosulfato 0.001 N gastado en el blanco

N: Normalidad de tiosulfato de sodio solución

W: Masa de la muestra (g)

#### 3.5.4 Modelo de Estabilización de los Aceites de Granos Andinos con Tocoferol

Para determinar la estabilidad de un aceite vegetal o grasa, uno de los métodos usados es el de Schaal (método de la estufa) (50)

Para el ensayo la muestra del aceite se calienta a unos 60 - 65°C en la oscuridad y se examina periódicamente hasta detectar el enranciamiento producido por la oxidación, para detectar el punto de oxidación se realiza un análisis sensorial y químico. (52)

Este tipo de estudio nos ayuda a determinar el tiempo de vida de un aceite para el uso y consumo humano. Para el presente caso, se utilizó el aceite de *Chenopodium pallidicaule Aellen* (Cañihua), como matriz a estabilizar y el tocoferol como antioxidante.

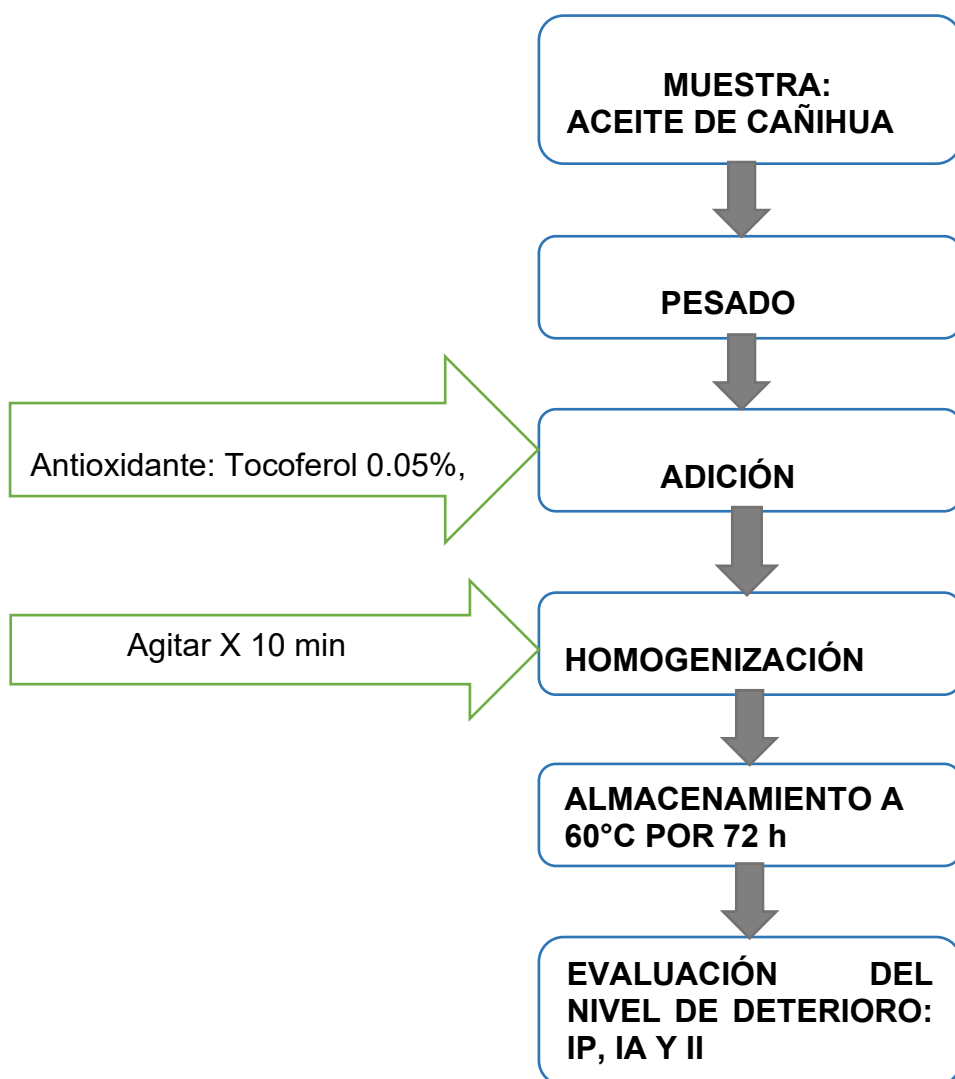
**Método:** La incorporación del Tocoferol (Vitamina E) al aceite vegetal, en este caso al aceite de cañihua, se realizó según los valores permitidos por el Codex Stan en el que se establece la dosis máxima de antioxidante para grasas y aceites vegetales, el método de estabilización se describe a continuación:

### **Estabilización según el método de Schaal**

- 1) El antioxidante (Tocoferol) se añadió en los porcentajes: 0.05%, 0.1%, 0.25% y 0.5% de peso al aceite de cañihua.
- 2) Para obtener dispersiones uniformes, las muestras se agitaron en un vórtex por 10 minutos.
- 3) Una vez obtenidas las muestras de aceite de cañihua más Tocoferol y el blanco se sometieron a una T° de 60 °C por 72 horas.

Para medir el nivel de oxidación se hace la determinación del índice de peróxido (IP), índice de acidez (IA) e índice de yodo (II). (68)

**Flujograma 2. Estabilización del aceite de cañihua con Tocoferol**



Fuente: Elaboración propia

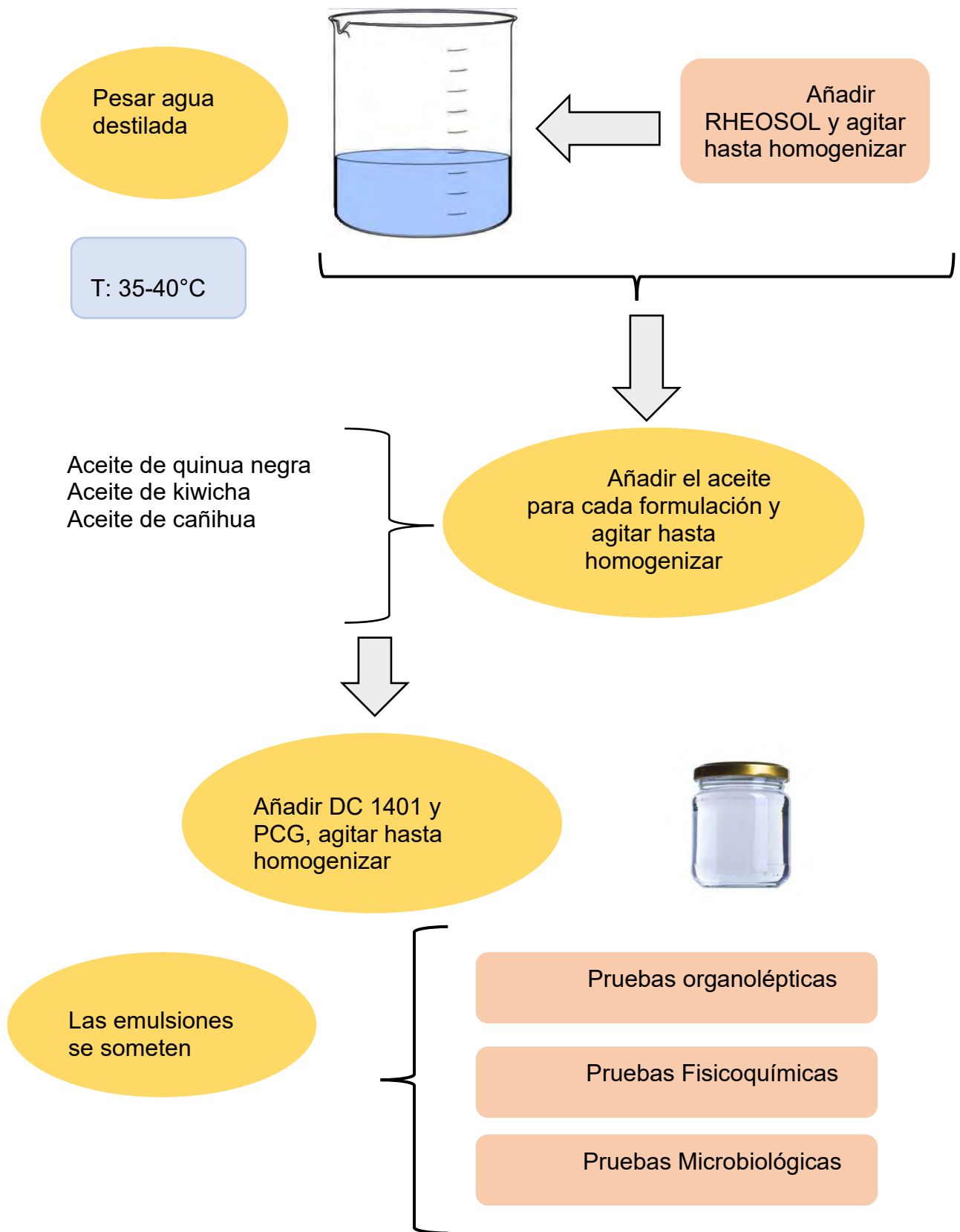
3.5.5 Formulación y Elaboración de Emulsiones Cosméticas con Aceite De Quinoa Negra “*Chenopodium quinoa Willd*”, KIWICHA “*Amaranthus caudatus L*” y CAÑIHUA “*Chenopodium pallidicaule Aellen*”.

**Tabla 6. Formulación de las emulsiones con aceite de quinoa negra, kiwicha y cañihua**

<i>INSUMO</i>	<i>NOMBRE INCI</i>
<i>Agua</i>	Aqua
<i>RHEOSOL</i>	Acrylamide/Sodium Acrylate Copolymer/Paraffinum Liquidum /Trideceth-6
<i>Aceite de quinoa</i> <i>Aceite de kiwicha</i> <i>Tocoferol</i> <i>Aceite de cañihua</i> <i>DC 1401</i>	+
<i>PCG</i>	Dimeticona/ Dimeticonol Phenoxyethanol/caprylil glicol/Propylene glycol

Fuente: Protocolo de Formulación. INVENTHIA. Cosmetic Innovation

**Flujograma 3. Elaboración de las emulsiones con acetites de fijos quinua negra, kiwicha y cañihua**



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.6 Control de Calidad de las Emulsiones Cosméticas de Quinoa Negra

“*Chenopodium quinoa Willd*”, Kiwicha “*Amaranthus caudatus L*” y

Cañihua “*Chenopodium pallidicaule Aellen*”

Los estudios de control de calidad persiguen el objetivo de dar conformidad de los materiales y productos según las normativas de regulación como la USP.

Este tipo de estudios dejan en evidencia si durante toda la cadena de producción y fabricación se ha seguido todas las normas de manipulación de las muestras y mantenimiento de equipo, ya que esto demuestra la experticia del personal capacitado. (56)

#### 3.5.6.1 Evaluación Organoléptica

Para esta evaluación se hace uso de parámetros subjetivos como son los órganos sensoriales, dentro de ellos tenemos:

- ❖ Color
- ❖ Olor
- ❖ Apariencia
- ❖ Sabor
- ❖ Tacto

Mediante la evaluación sensorial se identifican cambios como el color del producto, la homogeneidad, separación de fases, precipitación de compuestos, la turbidez, etc. (69)

#### 3.5.6.2 Evaluación Físicoquímica

Para este tipo de ensayo se usan equipos adecuadamente calibrados para que nos den valores objetivos, dentro de esta evaluación hay una gran variedad de pruebas, desde la medición del pH hasta la colorimetría, los métodos que se usaron en esta investigación para valorar la estabilidad de las emulsiones están (67).

**a) Medición del pH:** Determina el valor de la concentración de los iones  $H^+$  que se encuentran disociados. (67)

Para medir el pH de una sustancia se utiliza el potenciómetro el cual determina la diferencia de potencial entre dos electrodos, este nos da los valores de pH, para que no haya errores en la lectura este equipo debe ser cuidadosamente limpiado para no alterar la sensibilidad del electrodo. (67)

**b) Observaciones microscópicas:** Nos permite observar la homogeneidad de las emulsiones, ya que el microscopio evidencia la presencia de cristales, depósitos o dispersiones de gotas de aceite. El procedimiento es sencillo ya que se coloca la muestra en un portaobjetos y luego se pone bajo la lente del microscopio, la lectura se realiza con el campo de menor medida y luego se sube hasta el de mayor medida para visibilizar las variaciones. (55)

**c) Extensibilidad:** Esta medida nos indica cuál es el límite para la deformación del sistema, es una herramienta que permite observar la apariencia de la emulsión. Para este método se coloca 25 mg de la emulsión encima de un porta objetos y por debajo se coloca un papel milimetrado, luego se coloca un peso conocido y se observara si hay extensibilidad, apuntado el valor obtenido en un periodo de 30 segundos, una vez concluido el tiempo se procede a hacer los apuntes de los valores obtenidos, posteriormente se coloca otro número de pesas para observar el cambio (70). Para los cálculos se usa la siguiente fórmula: (71) (55).

**Fórmula 6. Extensibilidad de las emulsiones**

$$S_i = d^2 \times$$

En donde:

$S_i$ : Área de expansión en  $mm^2$

$d$ : Diámetro medio (mm) que es alcanzado por la muestra.

$S_i$ : Área de expansión en  $mm^2$

$d$ : Diámetro medio en mm alcanzado por la muestra



**d) Prueba de centrifugación:** Esta prueba nos permite observar las características físicas de la emulsión, se realiza por triplicado. Las muestras son sometidas a estrés de la gravedad, generando una mayor movilidad de las partículas. Si hay inestabilidad se podrá evidenciar en forma de precipitaciones, formación de escamas y separación de fases. Para ello se somete a centrifugación 5 g de las emulsiones durante 30 minutos a 25 000 rpm.

#### ESTABILIDAD TERMICA

En estos ensayos se evalúa la estabilidad del producto, para ello las muestras se someten a variaciones de temperatura, el periodo que duran estas pruebas puede ir de 2 semanas a 1 mes. Las muestras que entran a estas pruebas deben ser colocadas en frascos de vidrio, transparentes y con tapas herméticas, el volumen de la muestra debe ser de más de dos tercios del frasco que lo contiene, esta prueba nos ayuda a elegir cual es la formulación más adecuada, las muestras se someten a variaciones de temperatura de enfriamiento y calentamiento (67). Los ciclos de variación de temperatura son:

De 15 días (6 ciclos) con variaciones de 24 horas sometiendo las muestras a  $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y luego 24 horas a  $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

De 30 días (12 ciclos) con variaciones de 24 horas sometiendo las muestras a  $45^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y luego 24 horas a  $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Cuando terminan los ciclos de variación de temperatura se observa si la muestra presenta alguna variación como la separación de fases.

#### 3.5.6.3 Evaluación Microbiológica

Este estudio nos sirve como herramienta para verificar que el sistema conservante que se usó en la formulación y elaboración de las emulsiones es el adecuado, ya que a la hora de hacer el recuento de microorganismos estos deben estar por debajo de los valores permitidos por la USP. (67)

Para verificar el crecimiento bacteriano se puede emplear técnicas como el conteo del número de bacterias, sean totales o viables: (72)

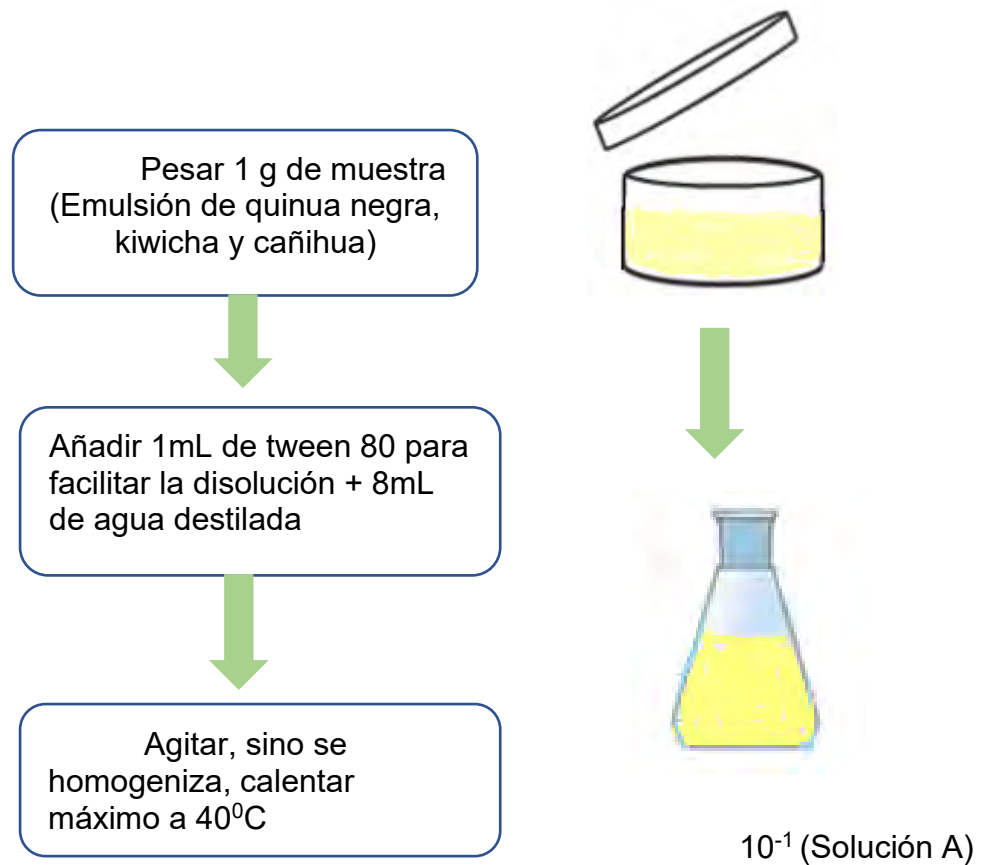
### **Recuento en placa:**

Este método se basa en el recuento de organismos viables en placa, lo que indicaría la formación de colonias a partir de una cepa viable, se usan medios agarizados como soporte. Esta técnica al ser bastante sencilla se usa ampliamente en muestras alimentarias, agua y medicamentos, y permite realizar el recuento de bacterias, hongos y otros microorganismos. Los valores obtenidos se indican en unidades formadoras de colonia (UFC) (70). A continuación, se detalla el procedimiento:

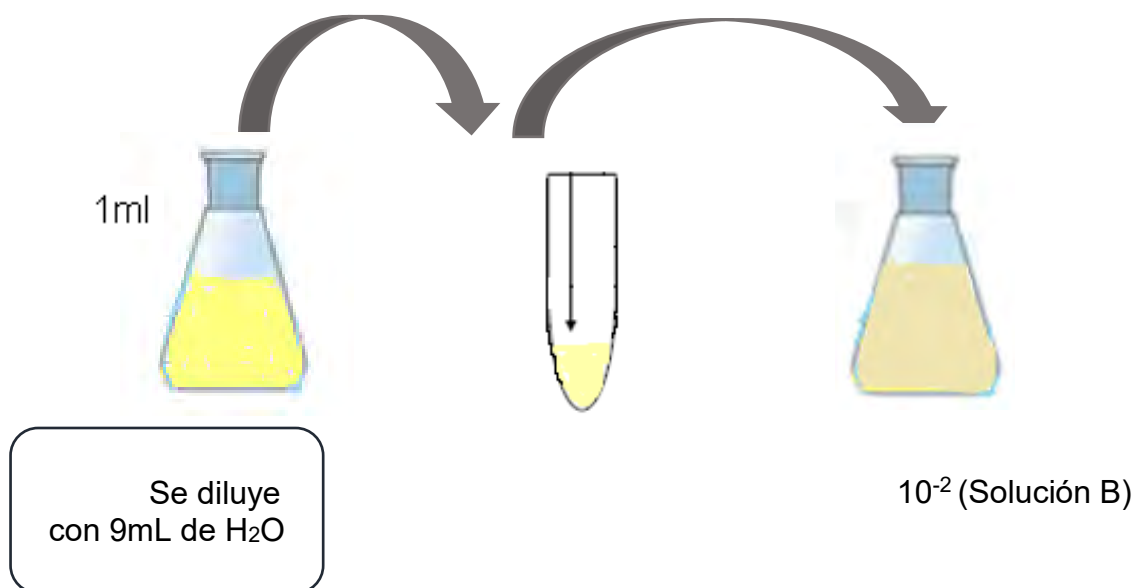
#### 3.5.6.3.1 Preparación de muestra madre

- Se pesó 1 g de cada emulsión (emulsión de quinua negra al 3% y 5%; emulsión de kiwicha al 3% y 5%; emulsión de cañihua 3% y 5%).
- Se añadió 1 g de tween 80 para diluir las emulsiones.
- A la mezcla formada se agregó 8mL de agua destilada.
- Se mezcló hasta homogenizar, esta solución tiene una concentración de 1/10 ( $10^{-1}$ ), para tener una solución con concentración 10/100 ( $10^{-2}$ ) se repite el proceso anterior. (70)

**Flujograma 4. Elaboración de las soluciones madre  $10^{-1}$  (solución A)**



**Flujograma 5. Elaboración de las soluciones madre  $10^{-2}$  (solución B)**



Fuente: elaboración propia según (70)

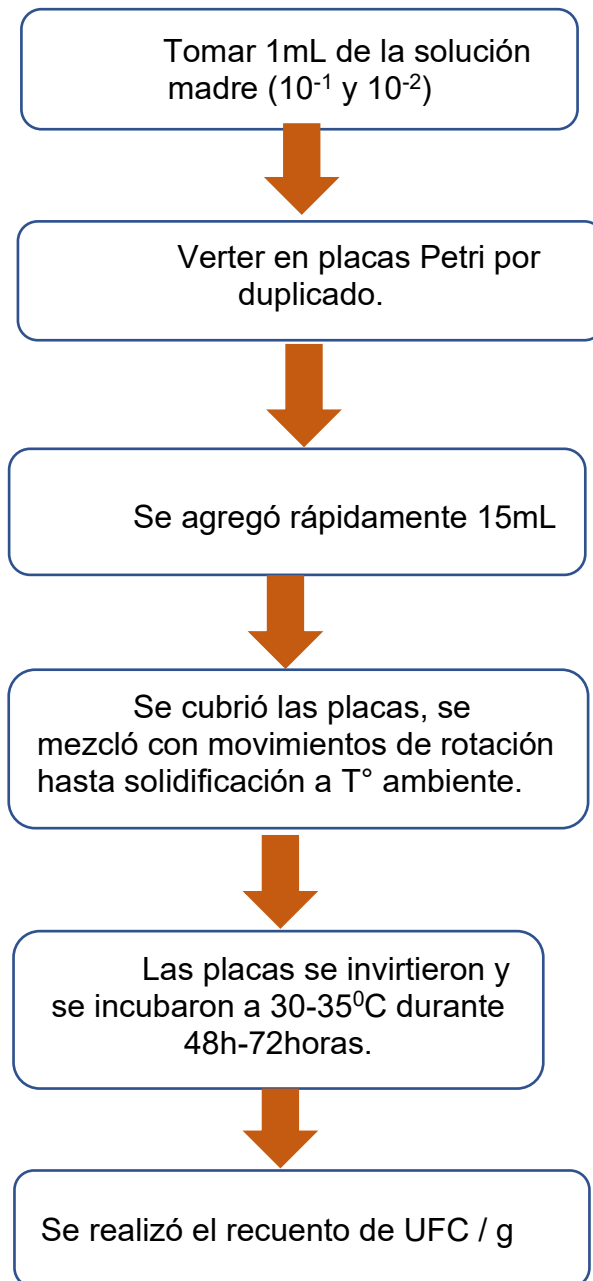
## Recuento de Aerobios mesofilos viables

### 3.5.6.3.2 Recuento de mesófilo viables

#### **Procedimiento:**

- Se pipeteó 1 mL de cada solución realizada del caldo ( $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ) en placas Petri por duplicado.
- Luego se añadió a cada placa un volumen de 15 mL del agar Plate Count (Templado a 44-46 °C).
- Se mezcló el inóculo con el medio fundido, mediante movimiento de vaivén: moviendo la placa de arriba abajo, de derecha a izquierda en una sola dirección. Para la rotación de la placa se hizo en forma horaria y antihoraria.
- Las placas invertidas se incubaron a 30-35°C durante 48-72 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas.
- Se expresó el número de microorganismos por gramo de muestra (UFC / g), multiplicando número colonias por dilución correspondiente. (70)

**Flujograma 6. Determinación de mesófilos aerobios viables**



Fuente: Elaboración propia según (70)

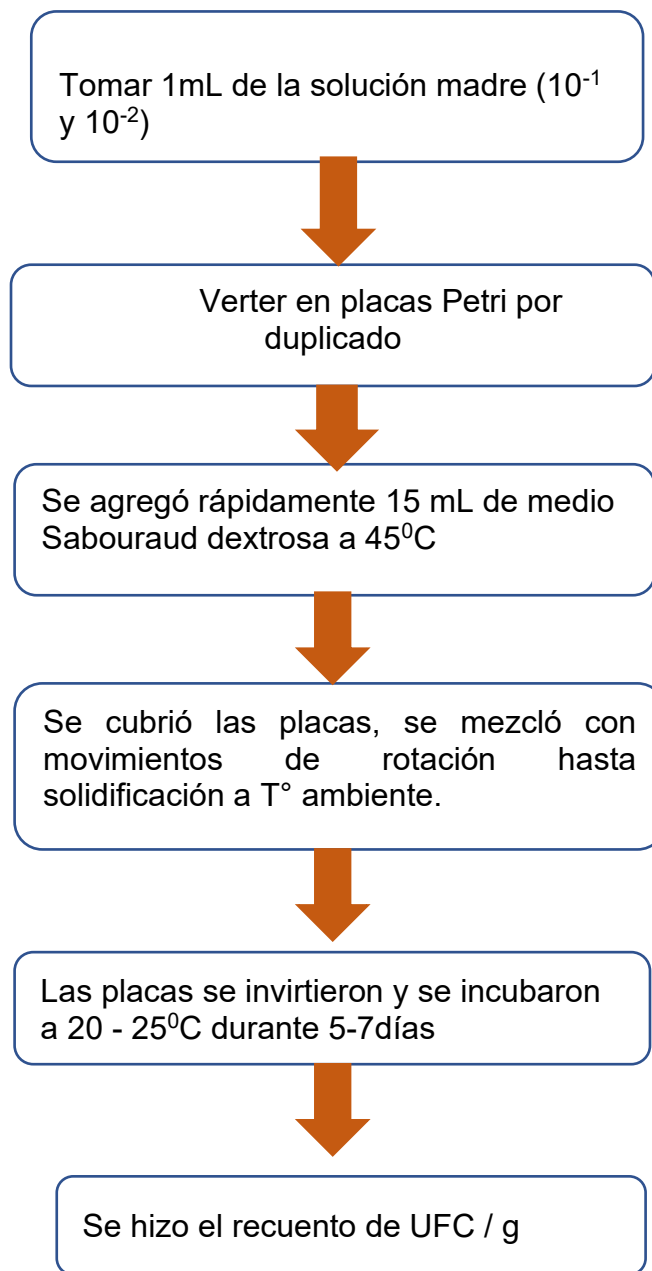
### 3.5.6.3.3 Recuento de Hongos y Levaduras

Se realizó por el método de siembra por difusión.

#### **Procedimiento:**

- Se pipeteó un 1mL de cada solución del caldo ( $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ) en placas Petri por duplicado.
- Luego se añadió a cada placa un volumen de 15mL del agar Sabouraud dextrosa (Templado a 44-46 °C).
- Se mezcló el inóculo con el medio fundido, mediante movimiento de vaivén: moviendo la placa de arriba abajo, de derecha a izquierda en una sola dirección. Para la rotación de la placa se hizo en forma horaria y antihoraria.
- Las placas invertidas se incubaron a 20-25°C durante 5-7 días.
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas.
- Se expresó el número de microorganismos por gramo de muestra (UFC / g), multiplicando número colonias por dilución correspondiente. (70)

**Flujograma 7. Determinación de hongos y levaduras**



Fuente: Elaboración propia según (70)

#### 3.5.6.3.4 Recuento de *Escherichia coli*

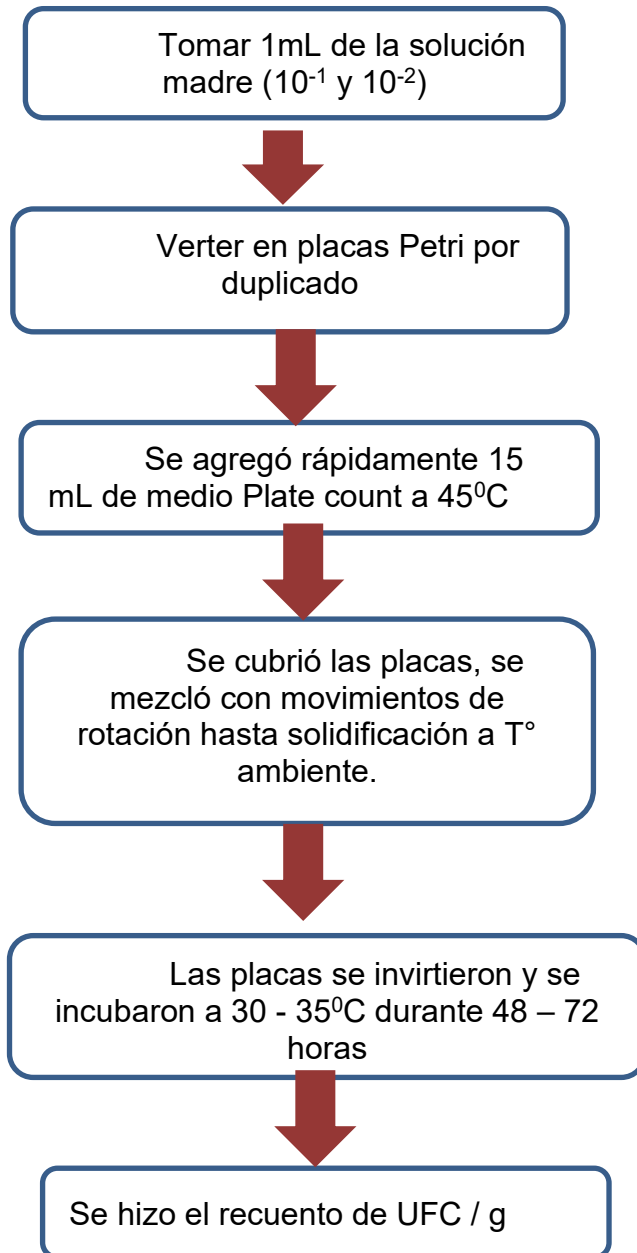
Se realizó por el método por recuento de placa.

##### **Procedimiento:**

- Se pipeteó un volumen de 1mL de cada solución en caldo ( $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ) en placas Petri por duplicado.
- Luego se añadió a cada placa un volumen de 15mL del agar Plate Count (Templado a 44-46 °C).
- Se mezcló el inóculo con el medio fundido, mediante movimiento de vaivén: moviendo la placa de arriba abajo, de derecha a izquierda en una sola dirección. Para la rotación de la placa se hizo en forma horaria y antihoraria.
- Las placas invertidas se incubaron a 30-35°C durante 48-72 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas.
- Se expresó el número de microorganismos por gramo de muestra (UFC / g), multiplicando número colonias por disolución correspondiente. (70)



Flujograma 8. Determinación de *Escherichia coli*



Fuente: Elaboración propia según (70)

### 3.5.6.3.5 Recuento de *Pseudomona aeruginosa*

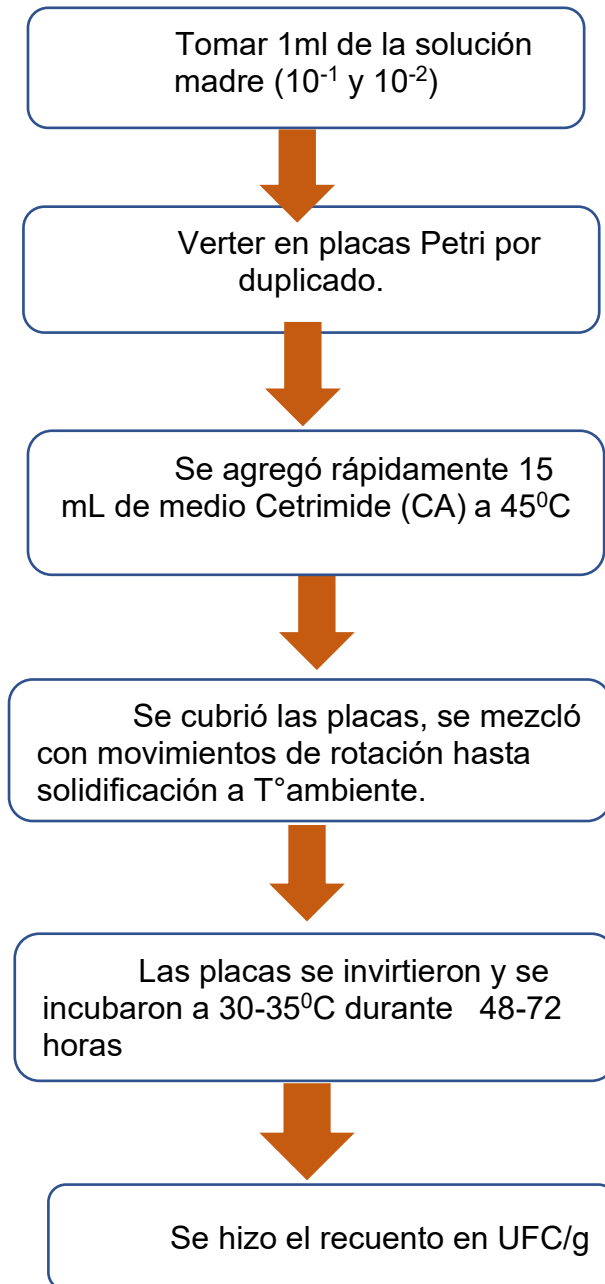
Se realizó por el método por recuento de placa

#### **Procedimiento:**

- Se pipeteó 1mL de cada solución realizada del caldo ( $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ) en placas Petri por duplicado.
- Luego se añadió a cada placa un volumen de 15mL del agar Plate Count (Templado a 44-46 °C).
- Se mezcló el inóculo con el medio fundido, mediante movimiento de vaivén: moviendo la placa de arriba abajo, de derecha a izquierda en una sola dirección. Para la rotación de la placa se hizo en forma horaria y antihoraria.
- Las placas invertidas se incubaron a 30-35°C durante 48-72 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas.
- Se expresó el número de microorganismos por gramo de muestra (UFC/g), multiplicando número colonias por la disolución correspondiente. (70)

**Flujograma 9.**

**Determinación de *Pseudomona aeruginosa***



Fuente: elaboración propia según (70)

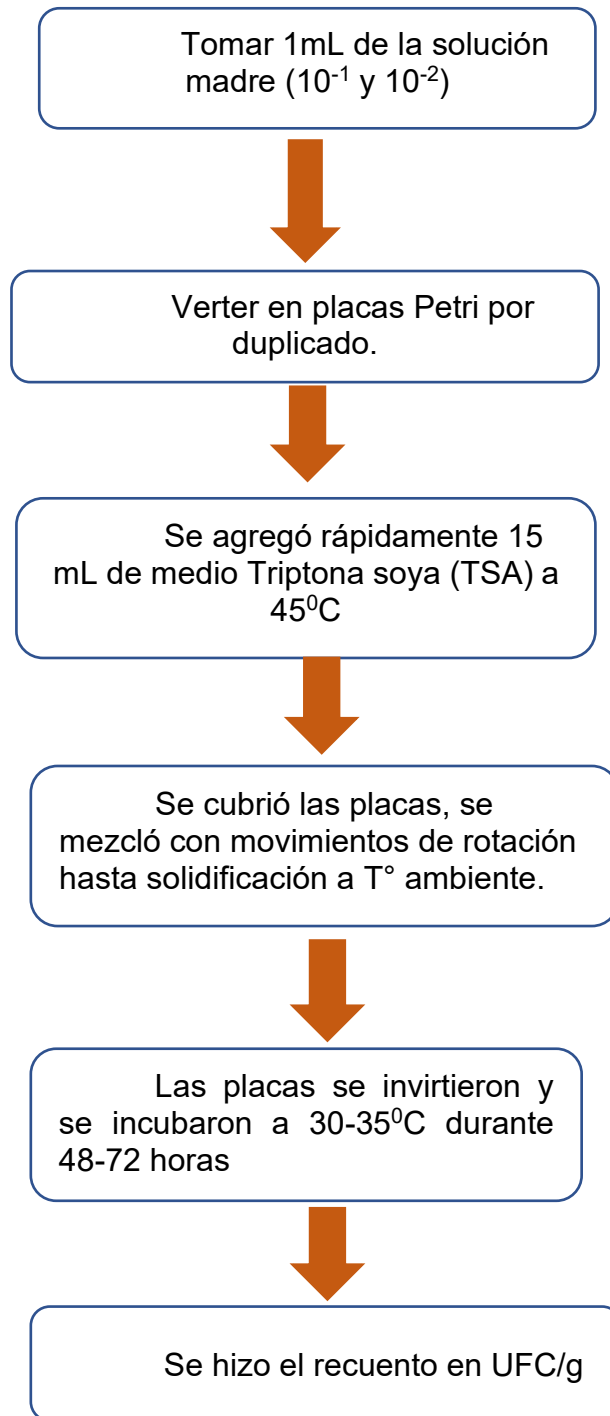
### 3.5.6.3.6 Recuento de *Staphylococcus aureus*

Se realizó por el método por recuento de placa

#### **Procedimiento:**

- Se pipeteó 1mL de cada solución realizada del caldo ( $10^{-2}$ ,  $10^{-1}$ ) en placas Petri por duplicado.
- Luego se añadió a cada placa un volumen de 15mL del agar Triptona soya (Templado a 44-46 °C).
- Se mezcló el inóculo con el medio fundido, mediante movimiento de vaivén: moviendo la placa de arriba abajo, de derecha a izquierda en una sola dirección. Para la rotación de la placa se hizo en forma horaria y antihoraria.
- Las placas invertidas se incubaron a 30-35°C durante 48-72 horas.
- Una vez transcurrido el tiempo de incubación, se realizó la lectura de las placas.
- Se expresó el número de microorganismos por gramo de muestra (UFC/g), multiplicando número colonias por disolución correspondiente (70).

**Flujograma 10. Determinación de *Staphylococcus aureus***



Fuente: elaboración propia (70)

## CAPITULO IV

### 4 ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

#### 4.1 PORCENTAJE DE EXTRACCION DE LOS ACEITES DE QUINUA

##### NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA OBTENIDO POR CO<sub>2</sub> SUPERCRITICO

**Tabla 7. Porcentaje de extracción de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua extraídos por CO<sub>2</sub> supercrítico:**

MUESTRA	PESO (g)	TEMPERATURA (C°)	PRESION (bar)	TIEMPO DE EXTRACCIÓN	CANTIDAD OBTENIDA	PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN (%)
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i>	5520 g	45 °C	300bar	3 horas	7.762 g	1.492%
<i>Amaranthus caudatus L.</i>	5530 g				10.416	1.965%
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i>	5520 g				11.157 g	2.145%

Fuente: Datos experimentales obtenidos por Laboratorio de Procesos Industriales-PUCP 2019.

#### **Análisis y Discusión**

El porcentaje de extracción nos ayuda a determinar la cantidad de muestra (seca) para obtener los aceites y hacer una relación de la cantidad necesaria para los ensayos del trabajo de investigación.

Según Roldan Ramírez, M. y Aroni Barrientos, D. (2018), obtuvieron un porcentaje de extracción de 2,32% para el aceite esencial de *Salvia officinalis* en nuestro estudio el porcentaje de extracción fue de 1.492% para la quinua negra, 1.965% para la kiwicha y 2.145% para la cañihua, siendo estos más elevados, estas variaciones pueden deberse a los parámetros que se usó durante la extracción (temperatura, presión, flujo de CO<sub>2</sub>).

## 4.2 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DE LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA

**Tabla 8. Características organolépticas de los aceites**

Fuente: elaboración propia

MUESTRA	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	Amarillo fuerte	Fuerte, característico	Sui generis	Líquido oleoso y muy espeso
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	Amarillo	Fuerte, característico	Sui generis	Líquido oleoso
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	Amarillo	Fuerte, característico	Sui generis	Líquido oleoso

### Análisis y Discusión

En nuestro estudio las propiedades organolépticas de los aceites son inherentes a cada uno, ya que estos presentan sus cualidades como olor, sabor, color, etc., únicos a su especie y variedad.

Según ANVISA, las características organolépticas de los aceites nos sirven como herramienta para poder observar los cambios que se dan en el aspecto del aceite, estos pueden mostrar la variación del color lo que evidencia el avance en la oxidación, la formación de grumos nos puede indicar que no hubo una buena homogenización de los insumos en el proceso de elaboración, la separación de fases podría ser un indicativo de que el sistema emulsionante escogido no es el más adecuado, así como la turbidez, precipitación, etc. (67)

Además, el CODEX STAN para aceites vírgenes indica que los productos deben estar libre de olores, sabores y rancidez. (65)

### 4.3 DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS FISICOQUÍMICAS DE LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA

**Tabla 9. Densidad relativa de los aceites**

MUESTRAS	TEMPERATURA (°C)	DENSIDAD (g/mL)
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	25 °C	0,918
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	25 °C	0,903
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	25 °C	0,895

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

La Tabla 9, muestra los resultados de la densidad de los aceites evaluados los que están dentro de los parámetros establecidos para aceites. La densidad de los aceites y grasas vegetales es inversamente proporcional a la longitud de la cadena y directamente proporcional al grado de insaturación de los ácidos grasos que forman parte de su composición. Según Abollé et al. (2009) la densidad en aceites y grasas varía de 0,9 a 0,93 g/mL. Los valores encontrados en los aceites de quinua negra y cañihua se encuentran dentro de este rango siendo estos 0,918 mg/L, y 0,903 mg/L respectivamente. Sin embargo, la densidad del aceite de kiwicha se encuentra ligeramente por debajo o un valor de 0.895 mg/L. (73)

La densidad de los aceites quinua negra, kiwicha y cañihua se aproxima a los valores especificados para aceites de 0,8989-0,915 determinado por el CODEX STAN para aceites vegetales. (63)



#### 4.3.1 Índice de Refracción de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 10. Índice de refracción**

<b>MUESTRAS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>INDICE DE REFRACCION</b>
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	25 °C	1,3
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	25 °C	1,1
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	25 °C	0,9

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

La Tabla 10, muestra los resultados del índice de refracción de los aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua estos valores son 1,3 ;1,1 y 0,9 respectivamente, a la T° de 25°C.

En el estudio realizado por Rubio Yolanda “Extracción de aceite de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y su caracterización de dos ecotipos provenientes del Secado Costero de la Región VI de Chile” obtuvieron unos valores de 1,47; 1,46 según la región del ecotipo de quinoa. Los valores hallados en nuestro estudio son similares al estudio ya mencionado. (74)

Por otro lado, en el estudio realizado por Chapilliquen Mabel y Alvis Huaman en la ciudad de Lima al medir el índice de refracción para la kiwicha obtuvieron el valor de 1,4722 a la T° 25 °C, este valor es ligeramente más alto al que obtuvimos en nuestro estudio. (26). Además, el índice de refracción tiene como aplicabilidad como criterio de pureza.

Según el CODEX STAN el índice de refracción para los aceites vegetales debe fluctuar entre 1,47. (63)

#### 4.3.2 Índice de Acidez de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 11. Valores del índice de acidez**

<b>MUESTRAS</b>	<b>INDICE DE ACIDEZ (mg NaOH/g)</b>
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	1,041
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	0,984
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	0,578

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

El índice de acidez de los aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua es de 01,041; 0,984 y 0,387 respectivamente a T° de 25°C.

En el estudio de Rubio “Extracción de aceite de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y su caracterización de dos ecotipos provenientes del Secado Costero de la Región VI de Chile” se obtuvo valores de 1,0 de % de ácido oleico, los cuales son mayores a nuestros valores obtenidos esto guarda relación con el estado de la semilla al momento de la extracción de los aceites. (74). En el estudio de Chapilliquen, M y Alvis ,R “ Aplicación de la Bioingeniería Cutánea en la evaluación de la eficacia de una formulación dermocosmética elaborada a base de aceite de *Amaranthus caudatus* “kiwicha” Lima-Perú en esta investigación el valor del índice de acidez es de 1,81 mg/g en promedio siendo estos valores superiores a los hallados en nuestro estudio, las variaciones se deben a diferentes factores tanto ambientales como de procedimiento (26).

El índice de acidez según el CODEX STAN para aceites vegetales vírgenes indica que los valores deben estar no mayores 4,0 mg NaOH/g. (63)

#### 4.3.3 Índice de Yodo de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 12. Índice de yodo**

<b>MUESTRAS</b>	<b>INDICE DE YODO (g de I/100g)</b>
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	156,25
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	159,47
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	162,13

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

En la tabla N°12 se muestra los valores de índice de yodo obtenidos para los aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua siendo estos de 156,2; 159,47 y 162,13g de I/100g respectivamente a una T° de 25°C.

En el estudio de Rubio “Extracción de aceite de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y su caracterización de dos ecotipos provenientes del Secado Costero de la Región VI de Chile” se obtuvo valores del índice de yodo de 141; 142 y 140 g de I/100g respectivamente según el ecotipo de quinoa, los valores hallados son similares. (74)

Para el estudio de Chapilliquen, M y Alvis, R “Aplicación de la Bioingeniería Cutánea en la evaluación de la eficacia de una formulación dermocosmética elaborada a base de aceite de *Amaranthus caudatus* “kiwicha”” los valores del índice de yodo 50, 84 g I<sub>2</sub>/100g en promedio, encontrándose este valor muy por debajo en relación a nuestro estudio. (25)

La USP indica que los valores de índice de yodo para los aceites vegetales deben ir en un rango de 151-200 g de yodo, nuestros valores obtenidos para los 3 granos están dentro de lo indicado por la USP. (67)

#### 4.3.4 Índice de Peróxidos de los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 13. Índice de peróxidos**

MUESTRAS	INDICE DE PEROXIDOS (meq O <sub>2</sub> /Kg muestra)
<i>Chenopodium quinoa Willd.</i> (Quinoa)	4,3
<i>Amaranthus caudatus L.</i> (Kiwicha)	4,7
<i>Chenopodium pallidicaule Aellen</i> (Cañihua)	4,0

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

En la tabla N°13 los valores del índice de peróxidos de los aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua es de 4,3; 4,7 y 4,0 meq O<sub>2</sub>/Kg muestra respectivamente a T° de 25°C.

En el estudio realizado por Rubio Yolanda los valores de índice de peróxido son de 14,9; 4,6 y 10, 5 meq O<sub>2</sub>/Kg muestra, estos valores se encuentran muy por encima de los valores hallados en nuestro estudio, además de ser bastante dispares según el ecotipo de quinoa. (72)

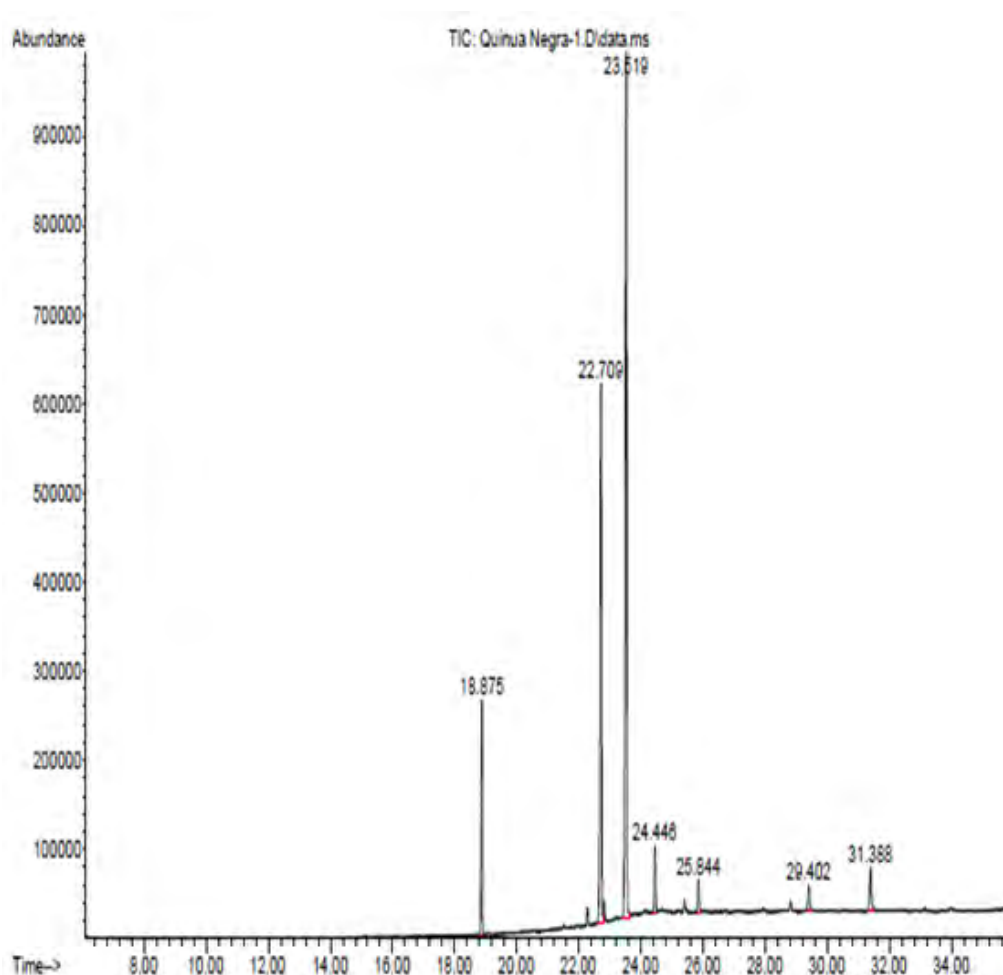
En el estudio de Chapilliquen, M y Alvis, R en valor del índice de peróxido para el aceite de kiwicha es de 5,4 meq O<sub>2</sub>/Kg muestra en promedio, este valor es similar nuestros valores obtenidos para el aceite de kiwicha. (25)

Según el CODEX STAN para aceites vegetales el valor no debe ser mayor de 15 meq O<sub>2</sub>/Kg muestra, los aceites de quinoa negra, kiwicha y cañihua se encuentran en rangos mas bajos de lo permitido. (63)

#### 4.4 CUANTIFICACION DE LOS ACIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (PUFAS) PRESENTES EN LOS ACEITES DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADO A ESPECTROMETRÍA DE MASAS.

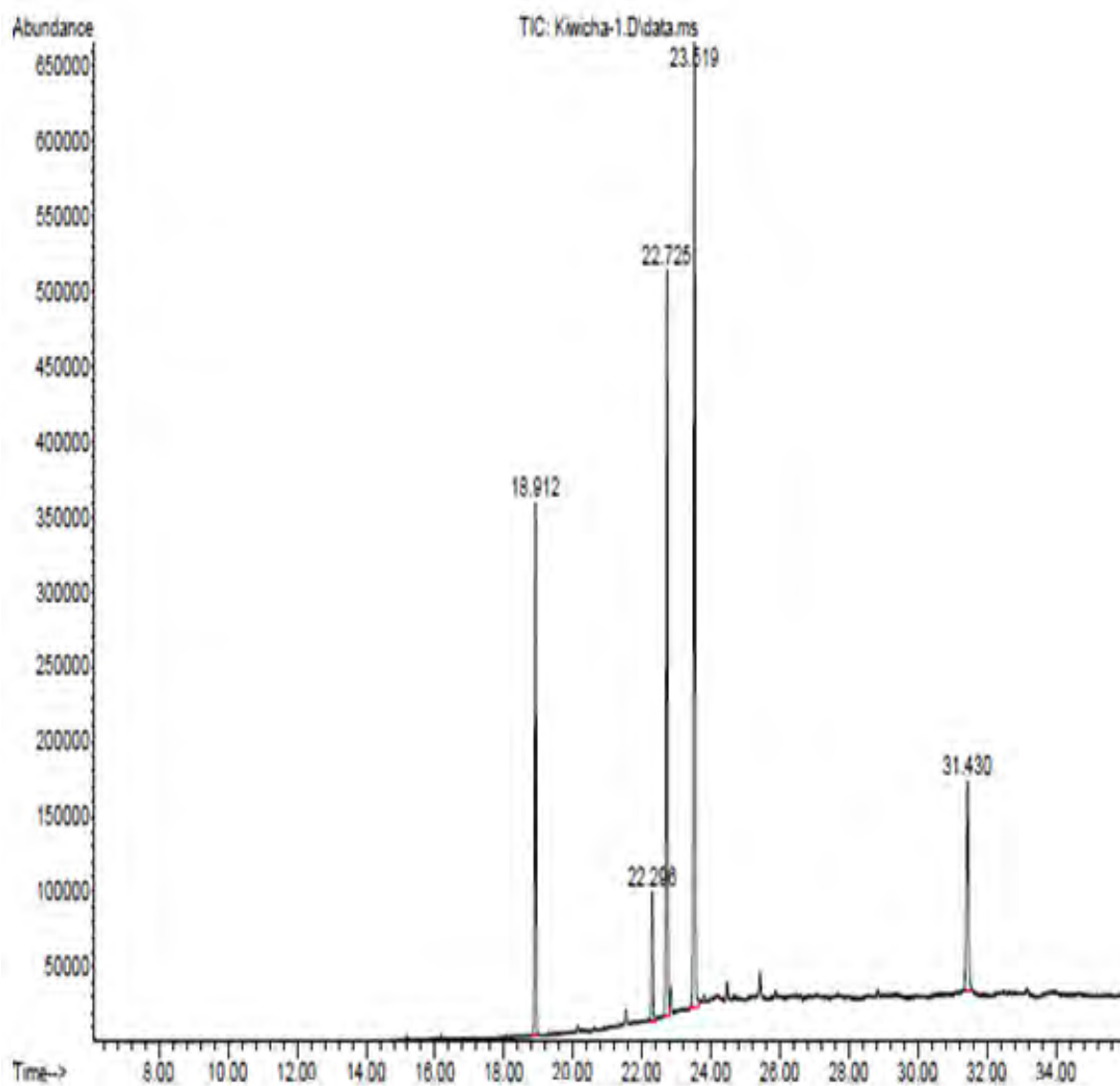
La cuantificación de los PUFAS presentes fue realizada por cromatografía-espectroscopia de masas.

*Gráfico 2. Cromatograma del aceite de quinoa negra*



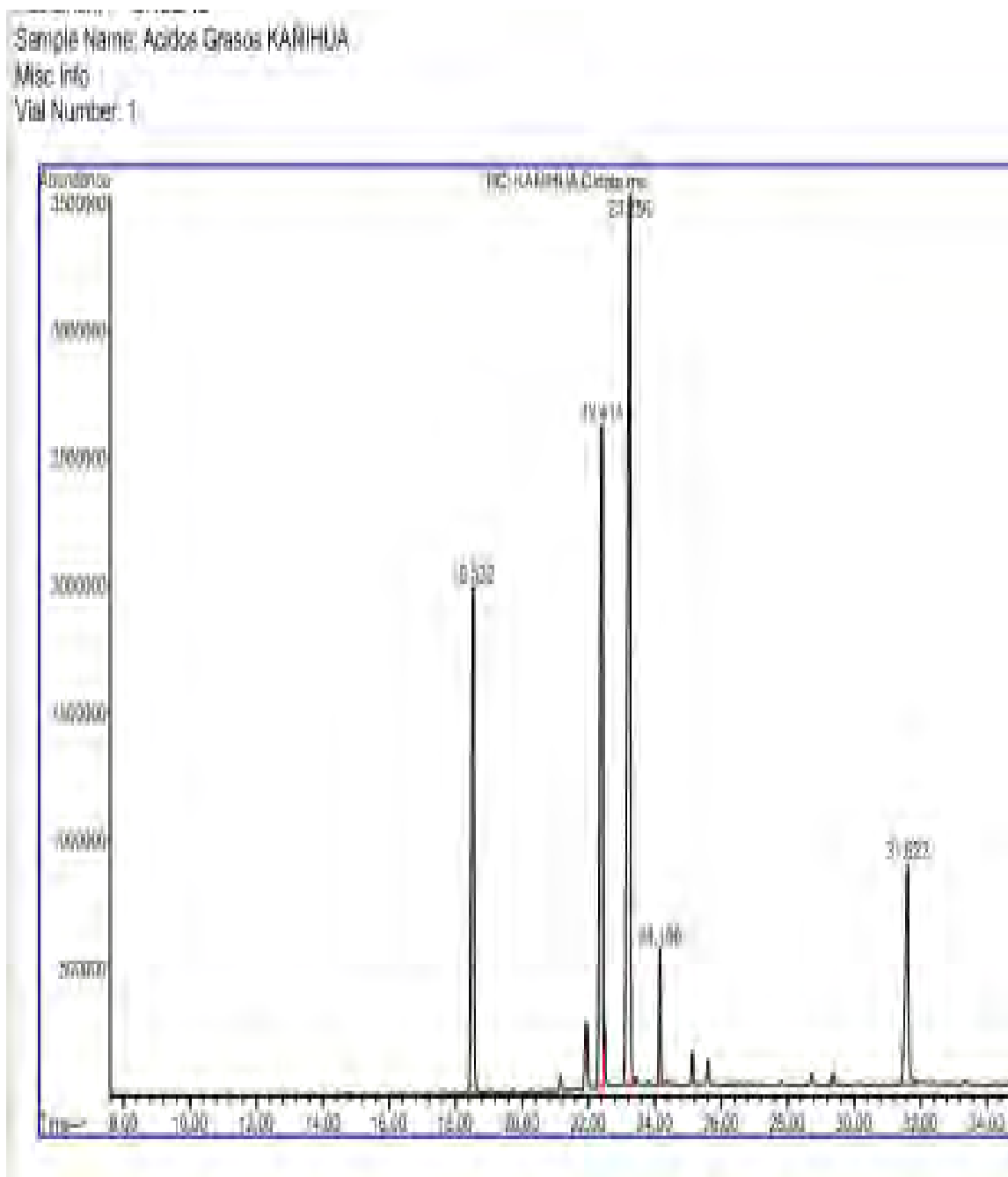
Fuente: Laboratorio de Cromatografía UNSAAC

Gráfico 3. Cromatograma del aceite de kiwicha



Fuente: Laboratorio de Cromatografía UNSAAC

Gráfico 4. Cromatograma del aceite de cañihua



Fuente: Laboratorio de Cromatografía UNSAAC

**Tabla 14. Composición de ácidos grasos poliinsaturados en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua**

NOMBRE COMUN	NOMENCLATURA	NOMBRE QUIMICO	QUINUA NEGRA		KIWICHA		CAÑIHUA	
			R		R		R	
Acido palmítico	C 16:0	Acido hexadecanoico, metil éster	8.875	0.55	8.912	8.28	8.469	7.49
Acido esteárico	C 18:0	Metilestearato			2.296	.47	1.884	.28
Ácido oleico	C 18:1 (n-9) OMEGA 9	9 - Acido octadecenoico, metil éster	2.709	8.96	2.725	7.64	2.324	4.74
Acido linoleico	C 18:2 (n-6) OMEGA 6	9,12 - Acido octadecadienoico metil éster	3.519	0.99	3.519	8.09	3.145	2.11
Acido linolénico	C 18:3 (n-3) OMEGA 3	9,12,15 - Acido octadecatrienoico metil éster					4.098	.04
Ácido araquídico	C 20:0	Ácido eicosanoico metil éster					5.083	.76
Escualeno	C 30:0	hEXAmetil-2,6,10,14,18,22-tetracosahexaeno			1.43	1.53	1.463	.58
		Triciclo (6.3.3.0) tetradec-4-4n4,10, 13-dioxo	4.446	.28				
		1- (p- (Dimethylamino) benzylideneamino) carbazole	5.844	.65				
		Silane, (1,1-dimethylethyl) (heptadecyloxy)dimethyl	9.402	.62				
		But-2-enoic acid, 6-(-4-cyano-phenyl)-naphthalen-2-yl ester	1.388	.95				
Total				00		00		00

Fuente: Elaboración propia, datos recopilados de la biblioteca (NIST11.L Y FAMEDB23)

del equipo de CG-EM



## **Análisis y Discusión**

Para la elaboración de la Tabla N°14 se tomó en cuenta la coincidencia a partir del 90% en relación con la concordancia con la Biblioteca NIST11.L brindada por el laboratorio de Cromatografía de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, la que se obtuvo de la base de datos del equipo de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM).

En los Gráficos 1, 2 y 3 se observan los cromatogramas de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua respectivamente, se puede observar varios picos que corresponden a los compuestos que están en mayor proporción en cada aceite. Como se ve en los resultados obtenidos de las dos bases de datos, podemos observar la coincidencia de componentes con iguales concentraciones y tiempos de retención, lo que se confirma en el cromatograma brindado por el equipo de CG-EM.

Los principales componentes y porcentajes de los aceites de granos andinos nos muestran once componentes. El aceite de Quinua Negra presenta 50,99% de ácido Linoleico; 28,96% de Ácido Oleico y 10,55% de Ácido palmítico; como componentes mayoritarios.

El aceite de Kiwicha presenta 38,09% de ácido Linoleico; 27,64% de Ácido Oleico; 18,28% de Ácido palmítico; 11,53% de Escualeno y 4,47% de ácido esteárico. El aceite de cañihua presenta 42,11% de ácido Linoleico; 24,74% de Ácido Oleico; 17,49% de Ácido palmítico; 9,58% de Escualeno; 3,04% de Ácido Linolénico y 2,28% de ácido esteárico. Se puede apreciar que los tres aceites presentan una buena cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, especialmente ácido linoleico, lo que demuestra su potencial uso cosmético.

Los resultados obtenidos a partir de la comparación demuestran que los aceites de quinua negra y kiwicha presentan omega 9 y 6 dentro de sus compuestos con mayor porcentaje de presencia, y el aceite de cañihua presenta los tres tipos de PUFAS omega, 3, 6 y 9 lo cual destaca sus propiedades como base para la formulación en cosmética y así su valor a nivel nutricional.

#### 4.5 MODELO DE ESTABILIZACION DEL ACEITE DE CAÑIHUA CON TOCOFEROL

**Tabla 15. Resultados de la estabilización del aceite de cañihua con Tocoferol**

MUESTRA	INDICE DE ACIDEZ	INDICE DE PEROXIDOS	INDICE DE YODO
Aceite puro ( $X_0$ )	3,41 mg/g	2,01 mEqO <sub>2</sub> /Kg	123,41 I <sub>2</sub> /100g
Aceite + tocoferol 0.05% ( $X_1$ )	2,6 mg/g	1,12 mEqO <sub>2</sub> /Kg	137,2 g I <sub>2</sub> /100g
Aceite + tocoferol 0.1% ( $X_2$ )	2,4 mg/g	0,72 mEqO <sub>2</sub> /Kg	126,9 g I <sub>2</sub> /100g
Aceite + tocoferol 0.25% ( $X_3$ )	2,2 mg/g	0,7 mEqO <sub>2</sub> /Kg	147,2 g I <sub>2</sub> /100g
Aceite + tocoferol 0.5% ( $X_4$ )	2,3 mg/g	0,42 mEqO <sub>2</sub> /Kg	134,5 g I <sub>2</sub> /100g

Fuente: Elaboración propia. Siendo:  $X_0$  aceite de cañihua sin tocoferol; así  $X_1$ ;  $X_2$ ;  $X_3$  y  $X_4$  aceite de cañihua con tocoferol al 0,05%; 0,1%; 0,25% y 0,5% respectivamente.

#### Análisis y Discusión

En la tabla N° 15 se puede apreciar los valores obtenidos al medir los índices acidez, peróxido y yodo del aceite de cañihua sin adición y con adición del antioxidante (tocoferol), los valores se obtuvieron después de someter las muestras a temperatura de 60°C. Los valores del índice de acidez en la tabla  $X_0$ ;  $X_1$ ;  $X_2$ ;  $X_3$  y  $X_4$  son 3,41 mg/g; 2,6 mg/g; 2,4 mg/g; 2,2 mg/g y 2,3 mg/g respectivamente, al realizar la comparación cabe resaltar la diferencia que existe entre  $X_3$  y  $X_0$ ;  $X_1$ ;  $X_2$  y  $X_4$ ; siendo  $X_3$  (tocoferol 0,25 %) el valor más bajo en comparación con  $X_0$  (aceite de cañihua sin tocoferol) cuyo valor es el más alto obtenido lo cual evidencia una degradación del aceite al someterlo a temperatura, además de ser  $X_3$  el más bajo con respecto a  $X_1$ ;  $X_2$  y  $X_4$  (tocoferol al 0,05%; 0,1%; y 0,5%)..

La evaluación de la estabilización del aceite de cañihua con tocoferol en el estudio demuestra que los valores cuantitativos calculados tanto del índice de acidez como el de peróxidos para la concentración de 0,25 % son menores en relación a los hallados con las otras concentraciones  $X_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$ , y  $X_4$  (0,05 %; 0,1 % y 0,5 % de tocoferol respectivamente) esto es un hallazgo de que el nivel de oxidación del aceite de cañihua es menor en comparación con las otras concentraciones, también cabe resaltar que el índice de yodo es mayor para el valor de 0,25 % de tocoferol en comparación con los otros, esto demuestra que la estructura de los enlaces dobles de los PUFAS sometidos a oxidación se han mantenido estables en comparación con las otras muestras durante la prueba, es por ello que la concentración de tocoferol dentro de la formulación de las emulsiones es de 0,25 %.

#### 4.6 FORMULACION DE LAS EMULSIONES A CONCENTRACIONES DEL 3% Y 5%

**Tabla 16. Formulación de las emulsiones a las concentraciones del 3% y 5% del aceite de “quinua”, “kiwicha” y “cañihua”**

COMPONENTES	Emulsión de quinua negra		Emulsión de kiwicha		Emulsión de cañihua	
	5%	3%	5%	3%	5%	3%
<b>Agua</b>	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<b>RHEOSOL</b>	3%	3%	3%	3%	3%	3%
<b>Aceite de granos andinos + Tocoferol</b>	5% + 0.25%	3% + 0.25%	5% + 0.25%	3% + 0.25%	5% + 0.25%	3% + 0.25%
<b>DC 1401</b>	1%	1%	1%	1%	1%	1%
<b>PCG</b>	1%	1%	1%	1%	1%	1 %

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

Para la elaboración de la formulación cosmética se usó los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua estos se incorporaron bastante bien a la emulsión a las concentraciones de 3% y 5%, constituyendo una base cosmética estable sin presencia de precipitaciones, grumos o separación de fases. La peculiaridad de cada emulsión es la diferencia del color según el aceite incorporado.

La formulación lleva una gran concentración de agua ya que es una emulsión O/W la que es compatible con el cyclopentanosilosano dimeticol (DC1401) que va en una concentración del 1%, como conservante se usó el caprilil glicol/propilenglicol, este compuesto se caracteriza por estar libre de parabenos y tienen un amplio espectro de conservación contra bacterias, hongos y levaduras. (75). Por ello las 6 emulsiones que se obtuvieron cuentan con una formulación que tiene ingredientes eco amigables.

## 4.7 RESULTADO DEL CONTROL DE CALIDAD DE LAS EMULSIONES

### 4.7.1 Evaluación Organoléptica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinua Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 17. : Resultados de las características organolépticas de las 6 emulsiones elaboradas**

Análisis organoléptico	Emulsión de quinua		Emulsión de kiwicha		Emulsión de cañihua	
	3%	5%	3%	5%	3%	5%
<b>Color</b>	Blanco	Amarillo	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
<b>Olor</b>	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
<b>Aspecto</b>	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
<b>Ausencia de partículas extrañas</b>	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis y Discusión**

Este ensayo determina si las emulsiones elaboradas presentan características adecuadas de estabilidad. La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria establece que, las características organolépticas de los productos deben ser definidos por el formulador o laboratorio que lo elabora, independientemente de los componentes de la formulación. (69)

En la Tabla 17 se observa que las emulsiones formuladas a las diferentes concentraciones y con cada aceite, presentaron características organolépticas adecuadas con un aspecto semisólido homogéneo uniforme, de color blanco a amarillo según el tipo de grano, con olor característico al aceite de cada grano (quinua negra, kiwicha y cañihua) y con una buena consistencia.

4.7.2 Evaluación Fisicoquímica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 18. Resultados de las características fisicoquímicas de las 6 emulsiones formuladas**

Análisis fisicoquímico	Emulsión de quinoa		Emulsión de kiwicha		Emulsión de cañihua	
	3%	5%	3%	5%	3%	5%
<b>Ph</b>	5.7	5.7	5.2	5.2	5.6	5.6
<b>Estabilidad por centrifugación</b>	Estable	Estable	Estable	Estable	Estable	Estable
<b>Extensibilidad</b>	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
<b>Estabilidad a temperaturas bajas (-5°C)</b>	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases
<b>Estabilidad a temperatura (45°C)</b>	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases	No presenta separación de fases

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis y Discusión**

Para obtener una emulsión que tenga características fisicoquímicas adecuadas es importante elegir una fórmula compatible con los activos y que a su vez sea estable. La fórmula usada en este trabajo cumplió con estas dos características para ambas concentraciones de los aceites usados (3% y 5%), puesto que se observó una buena consistencia, extensibilidad y estabilidad por centrifugación y a diferentes temperaturas para las 6 emulsiones, lo que indica que el sistema emulsionante es el adecuado y los aceites de los granos andinos han sido incorporados adecuadamente en la base cosmética. Asimismo, como se observa en la Tabla N° 18 los valores del pH se encuentran dentro de lo que indica la USP 40 ya que el rango de pH para las emulsiones va de 5, 4 a 6,5.

(67)

#### 4.7.3 Evaluación Microbiológica de las Emulsiones Elaboradas con los Aceites de Quinoa Negra, Kiwicha y Cañihua

**Tabla 19. Resultados del control microbiológico de las 6 emulsiones formuladas**

Análisis microbiológico	Emulsión de quinua		Emulsión de kiwicha		Emulsión de cañihua	
	3%	5%	3%	5%	3%	5%
Mesófilos viables	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g
Hongos y levaduras	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g	< a 10 UFC/ g
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g
<i>Staphylococcus aureus</i>	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g
<i>Escherichia coli</i>	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g	No hay presencia en 1 g

Fuente: Elaboración propia

#### **Análisis y Discusión**

La Farmacopea de los Estados Unidos establece los límites microbiológicos tanto de productos estériles como no estériles a fin de asegurar la calidad microbiológica de las sustancias o preparados. Los límites permitidos por la USP 40 para mesófilos viables es de menor o igual ( $< 10^3$ ), para los hongos y levaduras es de menor o igual ( $< 10^3$ ), para *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* no se admite la presencia de estos microorganismos en los productos. (67). Las emulsiones formuladas al 3% y 5% de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua fueron evaluadas de acuerdo con los criterios imperativo, indicativo y criterios de alerta de la USP 40; en la Tabla 19 se aprecia que y estos resultados indican que las emulsiones al 3% y 5% de quinua negra, kiwicha y cañihua se encuentran libres de contaminación por microorganismos patógenos, calificando a las emulsiones sin deficiencias ya que la presencia de mesófilos viables y hongos y levaduras es menor a  $< a 10$  UFC/ g y), para *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* no hay presencia.



## CONCLUSIONES

1. En el presente trabajo de investigación se obtuvo los valores del porcentaje de extracción los cuales son 1.492% para la quinua negra, 1.965% para la kiwicha y 2.145% para la cañihua respectivamente, resaltando que el aceite de cañihua tiene un mejor porcentaje de extracción.
2. En la evaluación organoléptica de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua las sustancias demostraron tener características inherentes a su especie lo que se evidencio en su aspecto, olor, color de los aceites. Los parámetros fisicoquímicos de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua están dentro de las especificaciones del CODEX STAN (densidad entre 0,898-0,917; índice de refracción de 1,47; índice de acidez de no mayor a 4 mg NaOH/g y un índice de peróxido no mayor de 15 meq/kg). En la identificación y cuantificación de los componentes de los aceites por cromatografía de gases – espectrofotometría de masas, se encontró que; el aceite de quinua negra presenta 50,99% de ácido linoleico; 28,96% de ácido oleico y 10,55% de ácido palmítico; como componentes mayoritarios; el aceite de Kiwicha presenta 38,09% de ácido linoleico; 27,64% de ácido oleico; 18,28% de ácido palmítico; 11,53% de escualeno y 4,47% de ácido esteárico y el aceite de cañihua presenta 42,11% de ácido linoleico; 24,74% de ácido oleico; 17,49% de ácido palmítico; 9,58% de escualeno; 3,04% de ácido linolénico y 2,28% de ácido esteárico.
3. La estabilización con Tocoferol al 0.25% permitió crear un equilibrio entre la cantidad de conservante interno (la cantidad de tocoferol presente en el aceite de quinua negra) y el antioxidante externo (el que añadimos a la formulación) retrasando la oxidación de los aceites con alto contenido en PUFAS.

4. La emulsión cosmética elaborada a las concentraciones de 3% y 5% usando los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua está compuesta por Acrylamide/Sodium Acrylate Copolymer/Paraffinum Liquidum /Trideceth-6, Dimeticona/ Dimeticonol, Phenoxyethanol/caprylil glicol/Propylene glicol.
5. Las evaluaciones organolépticas de las 6 emulsiones según lo describe ANVISA (las características organolépticas de los productos deben ser definidos por el formulador o laboratorio que lo elabora, independientemente de los componentes de la formulación). Las características fisicoquímicas de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua demostraron que estos aceites cumplen con los parámetros según lo establecido por la USP. Las características microbiológicas de las 6 emulsiones según lo especificado por la USP (para mesófilos viables es de menor o igual ( $< 10^3$ ), para los hongos y levaduras es de menor o igual ( $< 10^3$ ), para Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus y Escherichia coli no se admite la presencia de estos microorganismos en los productos) demuestra que estas están dentro de los límites permitidos.
6. En el presente trabajo de investigación se determinó que la forma farmacéutica compatible con los aceites de granos andinos son las emulsiones elaboradas a base de los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua a las concentraciones de 3% y 5% son homogéneas y presentan estabilidad

## SUGERENCIAS

A LAS AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Que se promueva la creación e implementación de centros de investigación y producción que abarquen estándares de calidad exigidos a nivel internacional para el área de Farmacia y Bioquímica

A LOS DOCENTES UNIVERSITARIOS

Fomentar e incentivar el desarrollo de proyectos y estudios de investigación en el área de tecnología farmacéutica con el uso de los recursos naturales que la región del Cusco posee, con el objetivo de descubrir nuevas alternativas terapéuticas.

A LOS INVESTIGADORES

Realizar investigaciones sobre los granos andinos *Chenopodium Quinoa willd* (*quinua negra*), *Amaranthus Caudatus L.* (*kiwicha*) y *Chenopodium Pallidicaule Aellen* (*cañihua*).

Realizar estudios en el ámbito de la dermocosmética con los aceites de los granos andinos *Chenopodium Quinoa willd* (*quinua negra*), *Amaranthus Caudatus L.* (*kiwicha*) y *Chenopodium Pallidicaule Aellen* (*cañihua*) para lograr establecer su potencial uso en beneficio de la piel humana y para el tratamiento de enfermedades de la piel como la psoriasis y el envejecimiento cutáneo.

Enfocarse en el estudio de las propiedades y efectos de la cañihua *Chenopodium Pallidicaule Aellen* ya que este grano se caracteriza por ser completo tanto por composición y utilización.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). Manejo Agronomico, practicas de consevacion de suelos, produccion, comercializacion y perspectivas de los granos andinos. 2018 Diciembre.
2. Carloza M. Actividad fotoprotectora de la maracuya ( *Passiflora edulis*), ishpingo (*Ocotea quixos*) en fototipos III (*homo sapiens*) para elaboracion de un protector solar. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. 2013.
3. Gilsane G , Orlando D S, Mansson D, Olivera , Rocha F P. Development of O/W emulssions with Annato oil (*Bixa orellana*) containing liquid crystal. *Journal of Dispersion Science and Technology*. 2005; 26(5): p. 591-596.
4. Chularojanamontri L, Tuchinda P, Kulthana K, Pongparit K. Moisturizers for Acne: What are their Constituents?. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2014; 7(5): p. 36-44.
5. Londen M. The clinical benefit of moisturizers. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2005; 19(6): p. 672-688.
6. Fonseca B, Correa M, Chorilli M. Sustainability, natural and organic cosmetics: consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. *Braz. J. Pharm Sci*. 2015;; p. 17-26.
7. *Journal of the American College of Toxicology*. Final Report on the Safety Assessment of Oleic Acid, Lauric Acid, Palmitic Acid, Myristic Acid, and Stearic Acid. 1987;; p. 321-401.
8. Pavlackova J, Kovacsova K, Radimersky P, Egner P, Sedlarikova J, Mokrejs P. Stability and in vivo efficiency of natural cosmetic emulsion systems with the addition of vegetable oils. *Braz J. Pharm. Sci*. 2018; 54(3): p. 1-11.
9. Danby G, Alenezi T, Sultan A, Lavender T, Chittock J. Effect of olive and sunflower seed oil on the adult skin barrier: Implications for neonatal skin care. *Pediatr. Dermatol*. 2013;; p. 30, 42–50.

10. Budiyanto A, Ahmed N, Wu A, Bito T, Nikaido O, Osawa T, et al. Protective effect of topically applied olive oil against photocarcinogenesis following UVB exposure of mice. *Carcinogenesis*. 2000;; p. 2085–2090.
  
11. Qiraouani K, Charrouf Z, Aguentaou H, Derouiche A. The effect of dietary and/or cosmetic argan oil on postmenopausal skin elasticity. *Clin. Interv. Aging*. 2015; 10: p. 339–349.
  
12. Hurtado A. Estudio del proceso de extracción de componentes minoritarios de aceite de oliva con CO2 supercrítico en contracorriente. Tesis Doctora. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química; 2002.
  
13. Al-Otoom A, AAS, AM, MK, AN, BB, ea. Extraction of oil from uncrushed olives using supercritical fluid extraction method. *J. of Supercritical Fluids*. ; 2014.
  
14. Velasquez A. La tecnología de fluidos supercríticos, un proceso limpio para el sector industrial. *Producción más limpia*. 2008.
  
15. Masaki H. Role of antioxidants in the skin: Anti-aging effects. *J. Dermatol. Sci*. 2010;; p. 85-90.
  
16. Gerard A A. Composition, useful for revitalization of epidermics, comprises a mixture of avocado oil, jojoba oil, shea butter, vitamin E, sodium hyaluronate, lecithin, serine, glycine, proline, glutamic acid, alanine, caffeine and extract of *Salix alba*. France applications for Utility Model. 2010 Agosto; Firs publ.
  
17. Beaurline D. Antimicrobial composition comprising soy oil, rice bran oil and jojoba oil. US2005/0058731 A1. U.S. Patent Application Publication. 2005 Mar.
  
18. Zemour K, Labdelli A, Adda A, Dellal A, Taloud T, Merah O.. Phenol Content and Antioxidant and Antiaging Activity of Safflower Seed Oil (*Carthamus tinctorius L.*). *Cosmetics*. 2019;; p. 55.

19. Carrasco R, Espinoza C, Jacobsen S. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev Int.* 2003; 19: p. 179–189.
  
20. Hurtado A. Estudio del proceso de extracción de componentes minoritarios de aceite de oliva con CO<sub>2</sub> supercrítico en contracorriente. Tesis Doctora. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ingeniería Química; 2002.
  
21. Michailidis D, Angelis A, Nikolaus P, Mitakous S, Skaltsounis A. Exploitation of *Vitis vinifera*, *Foeniculum vulgare*, *Cannabis sativa* and *Punica granatum*. -Product Seeds as Dermo Cosmetic Agents *Molecules.* 2021;; p. 731.
  
22. Danila E, Moldovan Z, Madalina G, Albu K, Ghica M. Formulation and characterization of some oil in water cosmetic emulsions based on collagen hydrolysate and vegetable oils mixtures. *Pure Appl. Chem.* 2019;; p. 1493–1507.
  
23. Gunsha A. Elaboracion de un emulsionente cosmetico a base de las saponinas del agua de lavado de quinua (*Chenopodium quinoa*) en Erpe. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior de Chimborazo, Facultad de Cienvias, Ecucla de Farmacia y Bioqumica; 2013.
  
24. Guevara Galaraga ER. Saóminas triterpenicas de la quinua (*Chenopodium quinoa* WILLD) en la elaboracion de una crema con actividad exfoliante. Riobamba-Ecuador;; 2012.
  
25. Cuevas Espinal MM,LJ,NR. Actividad antioxidante y composición de ácidos grasos,tocoferoles y tocotrienoles en tres variedades de una crema dermocosmética antienvjecimiento Lima: UNMSM; 2017.
  
26. Chapillequen L Llerena M, Alviz Huaman RA. Aplicacion de Metodos de Bioingenieria cutanea en la evaluacion de la eficacia de una formulacion dermocosmetica elaborada a base del aceite de *Amaranthus Caudatus* I. "kiwicha" Lima: UNMSM; 2006.
  
27. Roldan M, Aroni D. Evaluación del efecto hipoglucemiante del aceite esencial extraído por fluidos supercríticos y del extracto hidroalcohólico al 70% de las hojas de *Salvia officinalis* L. (*Salvia*) en un modelo de

- diabetes experimental inducida por estreptozotocina en ratas. Tesis de grado. Cusco-Peru: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias de la Salud; 2018.
28. Sumar K. La kiwicha y su cultivo Cusco: Centro de estudios regionales Andinos-Bartolome de las casas. 1993.
  29. Mujica J. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y sus parientes silvestres. Universidad Mayor de San Andre. 2006.
  30. Walters R. Pseudocereales: super foods, or pantry Hokum. .
  31. PROINPA. La quinua: Cultivo minelario para contribuir aq la seguridad alimentaria mundial. : Organizacion de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentacion (FAO). Fundacion PROINPA; Oficina Regionasl para America Latina y el Caribe. 2008.
  32. Callisaya J, Alvarado J. Aislados proteínicos de los granos altoandinos Chenopodiaceas, quinua "*Chenopodium quinoa*", cañihua "*Chenopodium pallidicaule*" por presipitacion isoelectrica. Revista Boliviana de Química. 2009.
  33. Mujica A. Usos Medicinales y Conocimiento Nutraceuticos Ancestrales de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y parientes silvestre en el Altiplano Peruano. Agro Enfoque. 2015;: p. 10-15.
  34. Bruni R. Wild *Amaranthus caudatus* seed oil, a nutraceutical resource from ecuadorian flora. J Agric Food Chem. 2001.
  35. Alata D A. Quinoa "Grano de Oro del Perú" Buenas Practicas Agricola. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI. 2013.
  36. Abougoch L. Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd) composition, chemistry, nutritional and funtional properties. Advances in Food an Nutrition Research. 2009.
  37. Vila Jato L. Tecnologia Farmaceutica: Aspectos fundamentales de los sistemas farmacéuticos y operaciones basicas Madrid: Sintesis ; 2001.

38. Norhuda I, &JK. Supercritical carbon dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) as a clean technology for palm kernel oil extraction. *Journal of Biochemical Technology*. 2009;; p. 75-78.
39. Nivia A, Castro H, Parada F, Rodriguez I, Restrepo P. Aprovechamiento integral de la guayaba (*Psidium guajava* L.): y. obtención de extractos a partir de semillas utilizando como solvente CO<sub>2</sub> supercrítico. *Scientia et Technica*. 2007.
40. Mangold H K. Liquified gases and supercritical fluids in oilseed extraction. *J. Am. Oil Chem Soc*. 1983.
41. Gerard D, Quirin K, Schwarz E. CO<sub>2</sub> extracts from rosemary and sage. *Food Mark and Techno*. 1995.
42. Sotelo J, Ovejero G. Procesos con fluidos supercríticos. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. 2003.
43. Khayat C, Candau D. Cosmetic water emulsion containing at least one vegetable oil. *Patente de invencion ES 6284257*. 1994.
44. Kiritsakis A. *El aceite de oliva*. Vicente Ediciones. 1992..
45. Jurado J A, Muños L V. Caracterización del aceite de las semillas de *Solanum quitoense* variedad la selva y evaluación de su actividad antioxidante. Tesis de grado, Escuela de Química, Facultad de Tecnología, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. 2009.
46. Codina A. *Hidratación cutánea y sustancias hidratantes*. Elsevier. 2001.
47. Ixtaina V Y, Nolasco S M, Tomás M C. Oxidative stability of chia (*Salvia hispanica* L.) seed oil effect of antioxidants and storage. 2012.
48. Srinivasan O, Parkin K L, Fennema O. *Fennema's food chemistry*. Boca Raton. 2008;; p. 1144}.



49. Decker E A. Antioxidant mechanisms. New York: Marcel Dekker, Inc/ In: Akoh, D.; Min, D.B. Editors. Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology. 2002;; p. 530–556.
50. Douny C. Oil presents different patterns of oxidation in real time and accelerated aging assays. Food Chem. 2016;; p. 111-115.
51. AOAC 991.39. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2000;; p. 26.
52. Fennema R. Química de los alimentos. 2000.
53. Frankel E. Lipid oxidation Bridgwater. UK: The Oily Press Ltd. 2005;; p. 187 – 208.
54. Lutterod H, Luther M, Slavin M, Yin J. Fatty acid profile, thymoquinone content, oxidative stability, and antioxidant properties of cold-pressed black cumin seed oils. LWT-Food Sci. Technol. 2010;; p. 1409–1413.
55. Pascuali R. Emulsiones líquida-cristalinas estabilizadas con estearato de trietanolamina y ácido esteárico: influencia del método de preparación en las propiedades y en la formación de gotas secundarias. Ars Pharm. 2006.
56. ANVISA A, N. Guía de Estabilidad de Productos Cosméticos. Series Temáticas; 1 Calidad; Cosméticos. 2005.
57. Andina, S. G. RESOLUCION 1482: Modificación de la resolución 1418: límites de contenido microbiológico de productos cosméticos. GACETA OFICIAL DEL ACUERDO DE CARTAGENA. (2012)..
58. Zarankin E. Control Microbiológico de Cosméticos. En M. C. Héctor Cerra, Manual de microbiología aplicada a las industrias Farmacéuticas, cosméticas y productos médicos. Asociación Argentina de microbiología. 2013;; p. 544.
59. ISO. ISO 11930:2012 - Cosmetics -- Microbiology -- Evaluation of the antimicrobial protection of a cosmetic product. 2012 marzo.

60. ICONTEC. Guía técnica colombiana (guía sobre pruebas de estabilidad cosméticos y productos de higiene domestica). Apartado 14237.. 2011 agos.
61. Juran JM, Gryna F, Bigham R. Manual de control de calidad. Segunda ed. New Yor: Reverte; 2005.
62. Gilpin A. Dictionary of environment and Sustainable Development; 1996.
63. Norma Tecnica Peruana NTP 319.091.1974.. 2019 Febrero.
64. Pontificia Universidad Catolica Del Peru. Informe de ensayo/ propuesta Tecnica N° 2019-021 A,B y C.. Lima;; 2019.
65. CODEX STAN 210. Norma del Codex para aceites vegetales especificos. Lima-Perú;; 1999.
66. NTP 209.121.1975. NTP revisada el 2016 aceites y grasas comestibles, metodos de determinacion del indice de refraccion. Lima;; 2016.
67. USP 40. The United States Pharmacopeia & NF 35.: The National Formulary. USA;; 2015.
68. Aparicio R, Harwood J. Handbook of olive oil, Analysis and Properties. London: Springe;; 2013.
69. Anvisa Sanitaria AN.. GUIa de Control de calidad de productos Cosméticos. Brasilia;; 2014.
70. Perez T. Comportamiento reológico y extensibilidad de una formulación semisólida a partir del extracto acuoso de *Rhizophora mangle* L. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Sistema de información Científica. 2011.
71. Narro J. Sistema de elaboracion para el desarrollo y la innovacion. UNAM. 2013.

72. Cerra H, Fernandez M, Horak C. Manual de Microbiología aplicada a las Industrias Farmaceuticas, Cosmeticas y de Productos Medicos. Asociacion Argentina de Microbiologia, Division de Alimentos, Medicamentos y Cosmeticos. 2013.
73. Abolle Abolle , Loukou K, Henri P. The viscosity of diesel oil and mixtures with straight vegetable oils: Palm, cabbage palm, cotton, groundnut, opra and sunflower. 2009.
74. Rubio Zamorra YP. Extraccion de aceite de quinoa (Chenopodium quinoa willd) y sus caracterizacion de dos ecotipos provenientes del Secado Costero de la Region VI de Chile. Universidad de Chile- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. 2005.
75. PROSPECTOR. UL.PROSPECTO. [Online].; 2021 [cited 2021 09. Available from:  
<https://www.ulprospector.com/es/asia/PersonalCare/Detail/29182/133349/Saliguard-PCG>.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1: CONSTANCIA DE IDENTIFICACION DE LOS GRANOS DE QUINUA NEGRA, KIWICHA Y CAÑIHUA

REDMI NOTE 9  
AI QUAD CAMERA

 **PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego

 **inia**  
Instituto Nacional de Innovación Agraria

"Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

### CONSTANCIA DE IDENTIFICACION SEMILLA VARIETADES DE KIWICHA, QUINUA Y CAÑIHUA

El Director de la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco, deja constancia de lo siguiente:

Vista la solicitud presentada por la Srta. **LISBET YESSICA TORRES VARGAS**, de fecha 13 de setiembre 2019, sobre constancia de identificación de semilla de variedades de Kiwicha, Quinua y Cañihua.

Se ha verificado y se certifica :

1. Que la semilla de Kiwicha Variedad Oscar Blanco fue adquirida de la Estación Experimental Agraria Andenes con Factura N° 000625 por 05 kg. y cuenta con las características que la identifican como la mencionada variedad.
2. Que la muestra de semilla de Quinua alcanzada variedad "INIA 420 Negra Collana" según verificación de sus características de grano corresponde a la variedad antes mencionada.
3. Que la muestra de semilla de Cañihua alcanzada variedad "CUPI" según verificación de sus características de grano corresponde a la variedad antes mencionada

Por tanto se da constancia que las tres semillas utilizadas por la Srta. LISBET YESSICA TORRES VARGAS, para sustentar el Proyecto Final de Investigación titulado "Obtención de aceites fijos de granos andinos (Quinua, Kiwicha y Cañihua) a través de CO<sub>2</sub> supercrítico para su utilización en alimentos y cosméticos naturales de exportación" son variedades identificadas.

Se expide la presente constancia a petición del interesado para los fines de sustentación del trabajo de investigación.

Cusco, 25 de setiembre 2019

  
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA  
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA ANDENES CUSCO  
Ing. Pedro Mamaná Grispe  
DIRECTOR

Estación Experimental Agraria Andenes  
Av. Micaela Bastidas N°310 - 314 Wanchaq -  
Telefax (084) 227351 - 249890 - 232182  
E-mail: andenes@inia.gob.pe

**EL PERÚ PRIMERO**

ANEXO N° 2: INFORME DE ENSAYO DEL ACEITE DE QUINUA  
NEGRA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

PROPUESTA TÉCNICA  
N° 2019-021.A

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Domicilio Legal : Av. de la Cultura, Nro. 733, Cusco – Perú.  
Producto Declarado : Quinua Negra.  
Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 700g.  
Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Forma de Presentación : En bolsa plástica, cerrado.  
Identificación de la muestra : MUESTRA 2.  
Fecha de Recepción : 17-03-19  
Fecha de inicio de ensayo : 12-04-19  
Fecha de término de ensayo : 12-04-19  
Ensayo realizado en : Laboratorio de Procesos Industriales  
Identificada con : EF5C-K15

Muestra Preliminar	Cantidad Obtenida (g)
Quinua Negra pre-tratada para su posterior uso en la extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico.	520 g

Muestra Final	Rendimiento % [g de aceite obtenido/g de muestra empleada]
Aceite de Quinua Negra obtenido mediante extracción con CO <sub>2</sub> Supercrítico. <u>Condiciones de Operación:</u> Presión = 300bar Temperatura = 45°C Tiempo total de extracción = 3 horas Aceite obtenido = 7,762g	1,492%

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Los resultados de los ensayos no deben ser empleados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El producto es un aceite de consumo humano inocuo. Mantener en refrigeración. A temperatura ambiente como máximo 24 horas para evitar la degradación de sus componentes nutricionales.

Pontificia Universidad Católica del Perú  
 Laboratorio de Procesos Industriales

FREDY NAYIR BOCAYARI  
Jefe de Laboratorio

Lima, 15 de abril de 2019



ANEXO N° 3: INFORME DE ENSAYO DEL ACEITE DE KIWICHA



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL PERÚ

PROPUESTA TÉCNICA  
N° 2019-021.B

INFORME DE ENSAYO

Solicitante : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.  
 Domicilio Legal : Av. de la Cultura, Nro. 733, Cusco – Perú,  
 Producto Declarado : Kiwicha entera.  
 Cantidad de muestra para ensayo : 01 muestra x 700g.  
 Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Forma de Presentación : En bolsa plástica, cerrado.  
 Identificación de la muestra : MUESTRA J.  
 Fecha de Recepción : 27-03-19  
 Fecha de inicio de ensayo : 29-04-19  
 Fecha de término de ensayo : 30-04-19  
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Procesos Industriales.  
 Identificada con : EFSC-K16.

Muestra Preliminar	Cantidad Obtenida (g)
Kiwicha pre-tratada para su posterior uso en la extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico.	530 g


Muestra Final	Rendimiento % (g de aceite obtenido/g de muestra empleada)
Aceite de Kiwicha obtenido mediante extracción con CO <sub>2</sub> Supercrítico. <u>Condiciones de Operación:</u> Presión = 300bar Temperatura = 45°C Tiempo total de extracción = 3 horas Aceite obtenido = 10,416g	1,965%

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Los resultados de los ensayos no deben ser empleados como una certificación de conformidad con normas del producto.

El producto es un aceite de consumo humano inocuo. Mantener en refrigeración. A temperatura ambiente como máximo 24 horas para evitar la degradación de sus componentes nutricionales.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES  
  
 FREDY HUAYTA SOCATA  
 Jefe de Laboratorio

Lima, 30 de abril de 2019



## ANEXO N° 4: INFORME DE ENSAYO DEL ACEITE DE CAÑIHUA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

PROPUESTA TÉCNICA  
N° 2019-021.C

### INFORME DE ENSAYO

Solicitante	: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Domicilio Legal	: Av. de la Cultura, Nro. 733, Cusco – Perú.
Producto Declarado	: Cañihua entera.
Cantidad de muestra para ensayo	: 01 muestra x 700g. Muestra proporcionada por el Solicitante.
Forma de Presentación	: En bolsa plástica, cerrado.
Identificación de la muestra	: MUESTRA 1.
Fecha de Recepción	: 27-03-19
Fecha de inicio de ensayo	: 11-04-19
Fecha de término de ensayo	: 11-04-19
Ensayo realizado en	: Laboratorio de Procesos Industriales.
Identificada con	: EPJC-K14

Muestra Preliminar	Cantidad Obtenida (g)
Cañihua pre-tratada para su posterior uso en la extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico.	520 g
Muestra Final	Rendimiento % (g de aceite obtenido/g de muestra empleada)
Aceite de Cañihua obtenido mediante extracción con CO <sub>2</sub> Supercrítico. <u>Condiciones de Operación:</u> Presión = 300bar Temperatura = 45°C Tiempo total de extracción = 3 horas Aceite obtenido = 11,157g	2,145%

### OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial, sin la autorización de la Pontificia Universidad Católica del Perú.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser empleados como una certificación de conformidad con normas del producto.  
 El producto es un aceite de consumo humano inocuo. Mantener en refrigeración. A temperatura ambiente como máximo 24 horas para evitar la degradación de sus componentes volátiles.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
LABORATORIO DE PROCESOS INDUSTRIALES

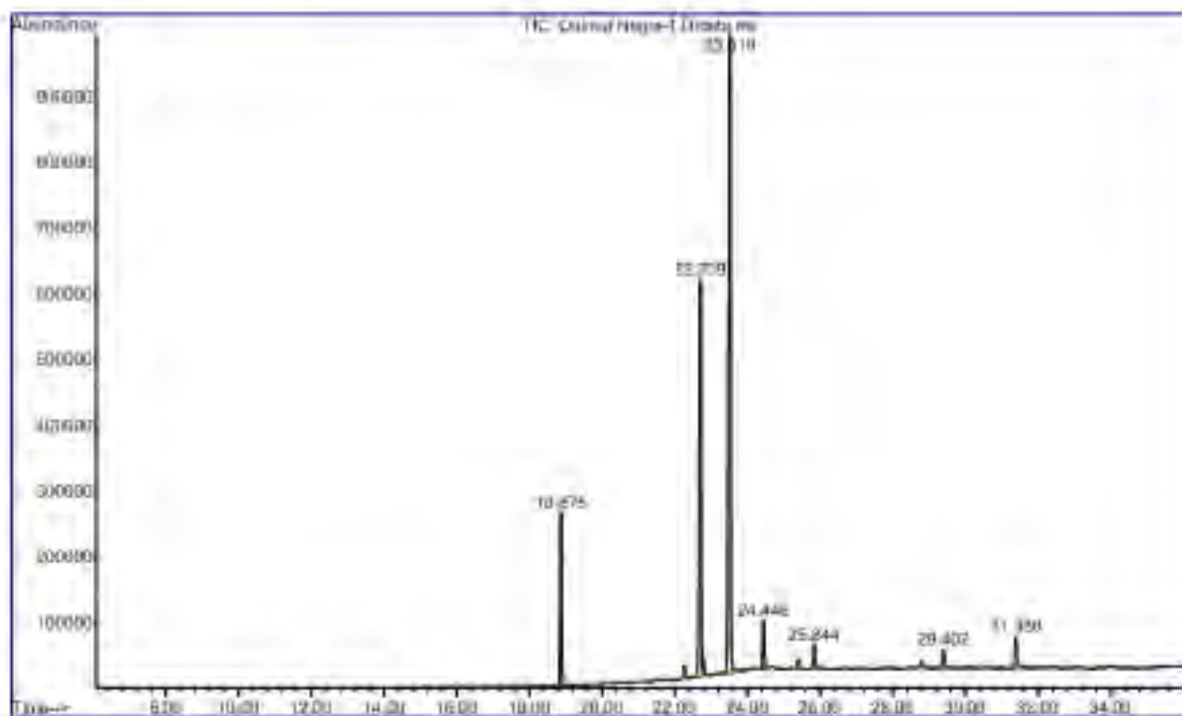
FREDY V. HUAYTA SOCAYPA  
Jefe de Laboratorio

Cusco, 11 de abril de 2019



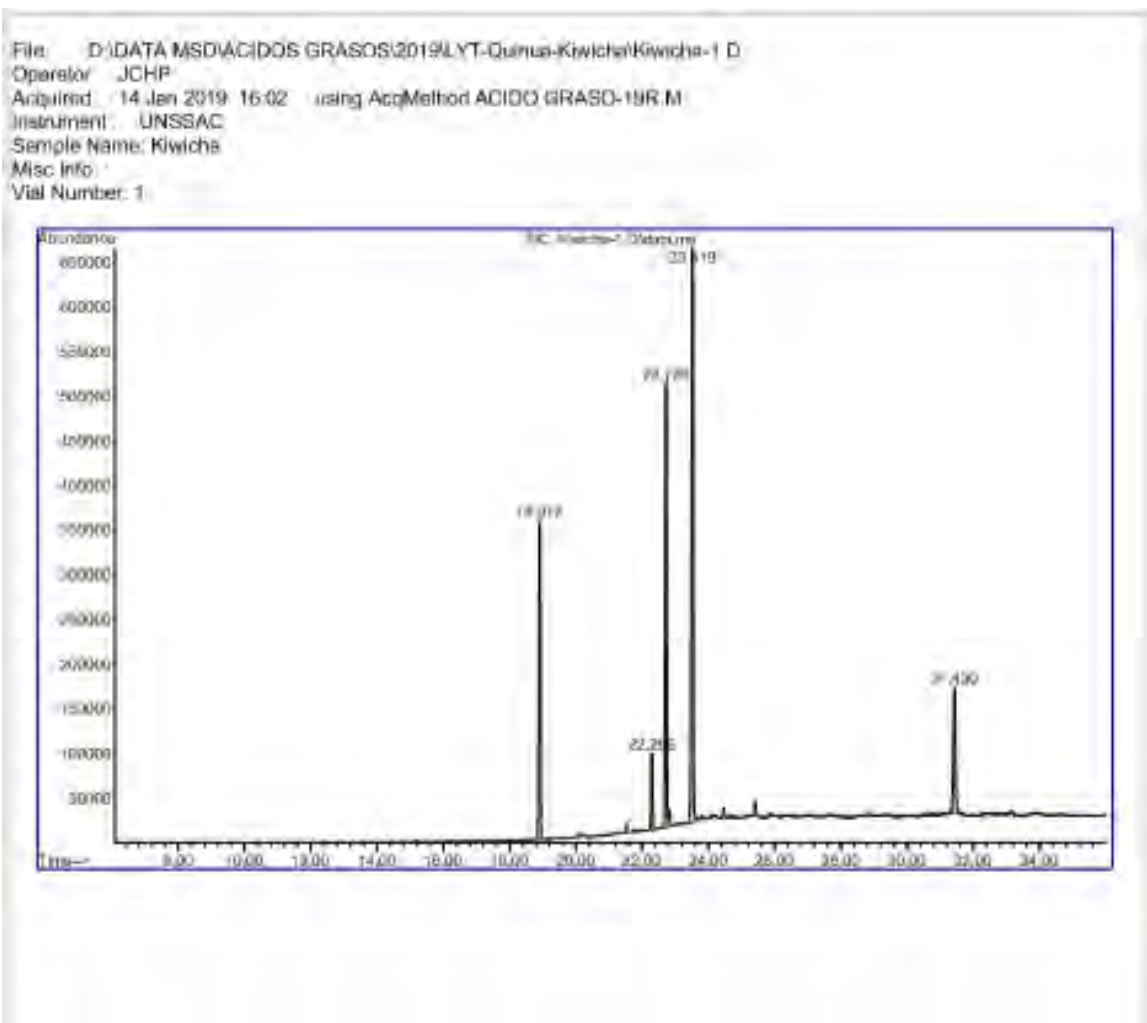
**ANEXO N° 5: INFORME DE CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE DE QUINUA NEGRA**

File: D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2019\LYT-Quinoa-Kiwicha\Quinoa Neg  
... re-1.D  
Operator: JCHP  
Instrument: UNSSAC  
Acquired: 14 Jan 2019 16:46 using AcqMethod ACIDO GRASO-19R.M  
Sample Name: Quinoa Negra  
Misc Info:



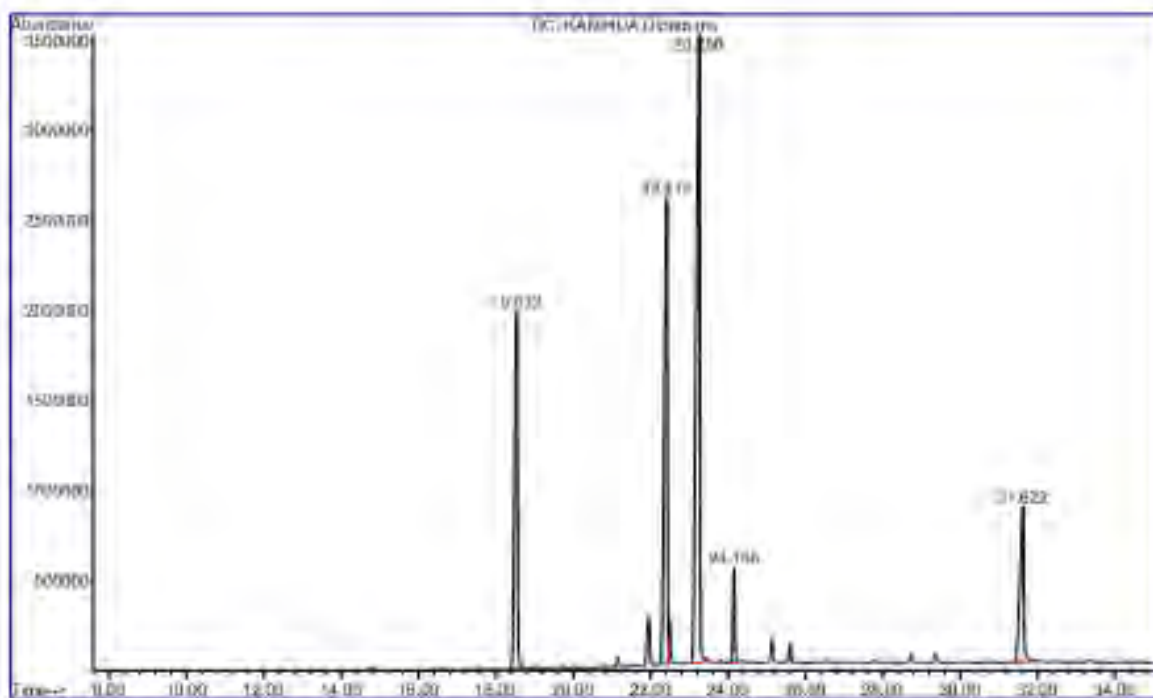


**ANEXO N° 6: NFORME DE CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE DE KIWICHA**



**ANEXO N° 7: NFORME DE CROMATOGRAFIA DE GASES DEL ACEITE DE CAÑIHUA**

File: D:\DATA MSD\ACIDOS GRASOS\2018\BAG-K-Nogari\KANIHUA.D  
Operator: JCHP  
Acquired: 6 Nov 2018 15:12 using AcqMethod A-GRASO-18.M  
Instrument: UNSSAC  
Sample Name: Acidos Grasos KANIHUA  
Misc. Info: -  
Vial Number: 1



## **ARCHIVO FOTOGRAFICO**



*Fotografía N° 4: Adquisición de los granos de quinua negra, kiwicha y cañihua.*



*Fotografía N° 5: Pruebas fisicoquímicas en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.*



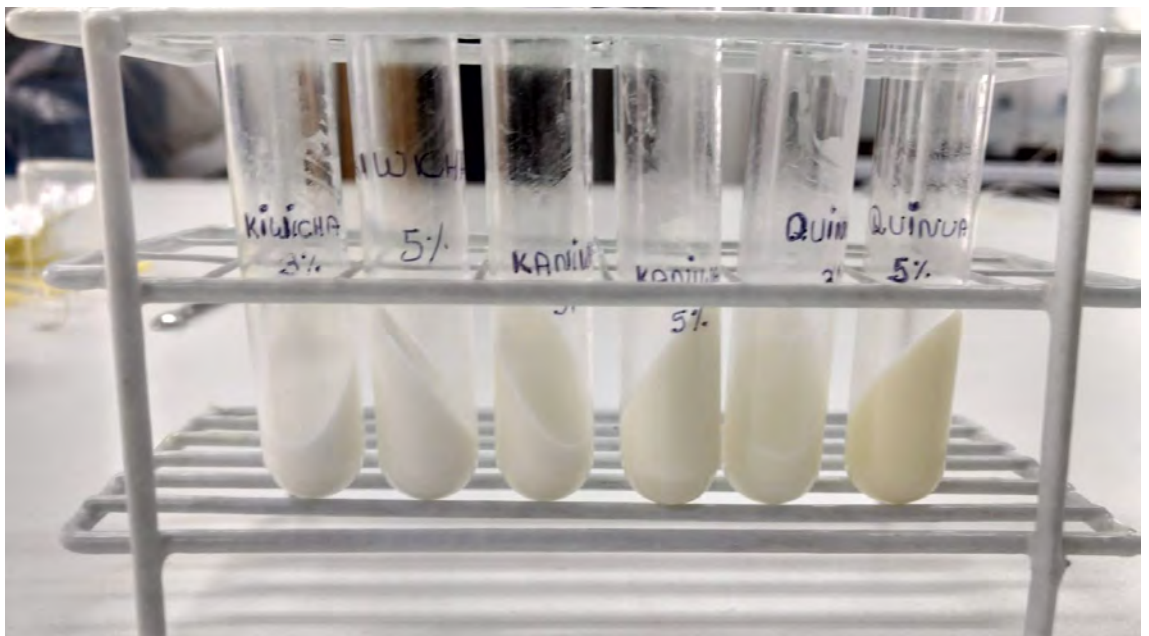
Fotografía N° 6: Pruebas fisicoquímicas en los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua.



Fotografía N° 7: Estabilización del aceite de cañihua con alfa tocoferol.



*Fotografía N° 8: Estabilización del aceite de cañihua en la estufa a 65 °C*



*Fotografía N° 9: Elaboración de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.*



*Fotografía N° 10: Pruebas de estabilidad de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.*



*Fotografía N° 11: Preparación de placas y cultivo para el control de calidad 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.*



*Fotografía N° 12: Resultado de la incubación de las placas de las 6 emulsiones con los aceites de quinua negra, kiwicha y cañihua al 3% y 5%.*