

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
HUANTA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE NEGOCIOS  
AGRONÓMICOS Y FORESTALES**



**TESIS**

**Rendimiento y Caracterización del Aceite de la Semilla de Granadilla (*Passiflora  
Ligularis* Juss) para el Mercado Estético, Huanta, 2023**

**PARA OPTENER EL TÍTULO DE:**

Ingeniero de Negocios Agronómicos y Forestales

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Negocios y Administración

**AUTOR**

Cáceres Araujo Mayli Yessica

**ASESORA:**

Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante

**HUANTA – PERÚ 2025**

## Reporte de similitud

## NOMBRE DEL TRABAJO

**Rendimiento y Caracterización del Aceite de la Semilla de Granadilla (*Passiflora Lingularis* Juss) par**

## AUTOR

**Mayli Yessica Cáceres Araujo**

## RECuento DE PALABRAS

**19508 Words**

## RECuento DE CARACTERES

**109274 Characters**

## RECuento DE PÁGINAS

**100 Pages**

## TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.6MB**

## FECHA DE ENTREGA

**May 30, 2025 4:24 PM GMT-5**

## FECHA DEL INFORME

**May 30, 2025 4:25 PM GMT-5**

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



Firmado digitalmente  
por CARDENAS  
BUSTAMANTE Mary  
Amelia FAU  
20574653798 soft  
Fecha: 2025.05.29  
21:09:39 -05'00'

**Rendimiento y Caracterización del Aceite de la Semilla de Granadilla (*Passiflora  
Ligularis* Juss) para el Mercado Estético Huanta,2023**

**TESISTA**

**Bach. Cáceres Araujo Mayli Yessica**

**ASESORA**

**Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA**  
Creada por Ley N° 29658

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

"AÑO DE LA RECUPERACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE LA ECONOMÍA PERUANA"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN NEGOCIOS AGRONÓMICOS Y FORESTALES**

En ciudad de Huanta, en el auditorio de Estudios Generales de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, ubicado en el Jr. Miguel Lazón N° 370 – cinco esquinas, a los 23 días del mes de mayo de 2025, siendo las 16:30 horas se dio inicio al acto académico de sustentación de tesis con la presencia de los miembros del jurado calificador:

<b>Dr. Juan Quispe Rodríguez</b>	<b>Presidente</b>
<b>Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada</b>	<b>Miembro titular 2</b>
<b>Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante</b>	<b>Miembro titular 3</b>

Acto seguido se procedió a dar lectura a la Resolución de Vicepresidencia Académica N° 025-2025-CO-UNAH, en la que señala fecha, hora y designación de jurado evaluador para la sustentación de tesis de la **Bach. Mayli Yessica Cáceres Araujo**, con la tesis titulada: **"RENDIMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE GRANADILLA (*Passiflora Ligularis Juss*) PARA EL MERCADO ESTETICO HUANTA-2023"**; asesorado por la Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante, para optar el Título profesional de: Ingeniero en Negocios Agronómicos y Forestales.

**Observaciones:**

*NINGUNA*

Terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por los miembros del jurado evaluadores, los mismos que fueron defendidos y absueltos por la tesista. Acto seguido se procedió a calificar con el resultado siguiente:

Aprobado Regular	( )
Aprobado Bueno	( )
Aprobado Muy Buenos	( <i>4</i> )
Aprobado Excelente	( )

Con la calificación de *DIÉCISEIS* *16.0*  
Siendo las *5:30 p.m.* se da por finalizada el acto académico de sustentación de tesis pasando a firmar los miembros del jurado evaluador.

*[Signature]*  
.....  
**Dr. Juan Quispe Rodríguez**  
**PRESIDENTE**

*[Signature]*  
.....  
**Dr. Uriel Rigoberto Quispe Quezada**  
**MIEMBRO TITULAR 2**

*[Signature]*  
.....  
**Mtra. Mary Amelia Cárdenas Bustamante**  
**MIEMBRO TITULAR 3**

*[Signature]*  
.....  
**Bach. Mayli Yessica Cáceres**  
**TESISTA**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser quien me brindo salud y las fuerzas para encaminarme, por darme sabiduría y guiar mi camino en todo momento para sumar mis éxitos.

A mis padres Herminia Araujo y Américo Cáceres con cariño y gratitud a quienes me dieron la vida, por el esfuerzo, ejemplo y confianza, amor, por la inspiración a seguir adelante en el cumplimiento de mis metas trazadas.

A mis hermanas, Gimena, Erickson, Jefferson Cáceres Araujo, y mi familia quienes de una u otra forma me brindaron su apoyo en los momentos difíciles de mi carrera profesional y de ellos se cumpla sus sueños. De manera especial a mi novio Iván Salvador por el apoyo mutuo durante el transcurso de este proyecto.

**Cáceres Araujo Mayli Yessica**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer de una manera muy afectuosa a mi alma mater, mi querida Universidad Nacional Autónoma de Huanta, por acogerme durante todo el periodo académico que duró mi formación académica. Y a la excelente plana de docentes de la facultad de Facultad de Ingeniería y Gestión.

A mi asesora Mstra, Mary Amelia Cárdenas Bustamante por su orientación y apoyo en el desarrollo de la investigación y las revisiones de esta.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Negocios Agronómicos y Forestales que a través de sus conocimientos impartidos pude llegar a la meta final, por sus consejos y las metodologías que, impartidas, en bien de mi formación profesional.

## RESUMEN

El presente estudio, titulado “Rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético, Huanta”, tuvo como objetivo evaluar el rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite obtenido por dos métodos de extracción: prensado en frío y extracción con solvente orgánico (n-hexano). La investigación fue de tipo aplicada, nivel experimental, con un diseño completamente al azar (DCA), realizándose 30 repeticiones por tratamiento bajo condiciones controladas (humedad, agitación, temperatura, tamaño de partícula). La muestra fue constituida por semillas de granadilla obtenidas en la provincia de Huanta. Se aplicaron técnicas analíticas para determinar los parámetros de calidad del aceite (índice de acidez, índice de peróxidos, humedad y materia volátil, densidad relativa e índice de refracción), además del perfil de ácidos grasos mediante cromatografía. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de un factor y prueba de Tukey, usando el software SPSS versión 25. Los resultados mostraron que el método de extracción con solvente obtuvo un mayor rendimiento promedio (3,73 ml/100 g) frente al prensado en frío (2,0 ml/100 g), con una menor variabilidad (CV 7,75 % frente a 51,87 %). En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, el aceite cumplió con los estándares del Codex Alimentario, a excepción del contenido de humedad (2,91 g/100 ml). Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el índice de peróxidos y humedad entre tratamientos, evidenciando la influencia del método y la temperatura. El perfil lipídico reveló un alto contenido de ácidos grasos insaturados (86,88 g/100 g), especialmente ácido linoleico (71,20 g) y ácido oleico (14,62 g), ambos con propiedades antioxidantes, hidratantes y emolientes. En conclusión, se confirma que el aceite de semilla de granadilla presenta una composición compatible con los estándares cosméticos y potencial para su aprovechamiento en el mercado estético, representando una alternativa local, natural y sostenible para la industria de cuidado personal.

**Palabras clave:** Granadilla, aceite vegetal, extracción, análisis fisicoquímico, cosmética natural.

## ABSTRACT

The present research, entitled “Yield and characterization of granadilla seed oil (*Passiflora ligularis* Juss) for the cosmetic market in Huanta”, aimed to evaluate the yield and quality of oil extracted using two methods: cold pressing and solvent extraction with n-hexane, to determine its potential for cosmetic applications. The study followed a completely randomized design with 30 replicates per treatment, under controlled conditions including humidity, particle size, temperature, and agitation.

The results showed that the solvent extraction method yielded a higher average (3.73 ml) compared to cold pressing (2.0 ml), with a lower coefficient of variation (7.75% vs. 51.87%), highlighting its efficiency and reproducibility. Regarding physicochemical properties, the oil complied with Codex Alimentarius standards for acidity index, peroxide value, relative density, and refractive index, except for the moisture content (2.91 g/100 mL), which requires optimization during the drying phase to ensure better stability.

The fatty acid profile revealed a high level of unsaturated compounds (86.88 g/100 g), with linoleic acid (71.20 g) and oleic acid (14.62 g) being the most abundant. These components are recognized for their antioxidant, emollient, and moisturizing effects. Such attributes confirm that granadilla seed oil presents functional qualities that meet the demands of the natural cosmetic market and may serve as a sustainable local alternative for personal care product development.

**Keywords:** Oil, extraction, yield, physicochemical analysis, cosmetic.

## INDICE

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INDICE DE TABLAS .....	xiv
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema .....	21
1.2 Formulación del problema de investigación .....	22
1.2.1 Problema general .....	22
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo general.....	22
1.3.2 Objetivos específicos.....	23
1.4.3. Científica.....	24
1.4.4 Ambiental .....	25
1.5 Hipótesis .....	25
1.5.1. Hipótesis general.....	25
1.5.2 Hipótesis específica.....	25
1.6 Variables.....	26

### CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación.....	29
2.1.1 Internacional.....	29
2.1.2 Nacional .....	30
2.2 Bases teóricas .....	31
2.2.1 Descripción de la granadilla.....	31
2.2.2 Origen de la granadilla .....	32
2.2.3 Aspectos morfológicos .....	33

2.2.4 Aceites y grasas .....	34
2.2.5 Aceite de granadilla.....	36
2.2.6 Características de la calidad del aceite .....	37
2.2.6.1 Humedad y Materia volátil .....	37
2.2.6.2 Índice de peróxido.....	38
2.2.6.3 Índice de acidez (ácido oleico) .....	38
2.2.6.4 Densidad relativa.....	39
2.2.6.5 Punto de Fusión.....	40
2.2.6.6 Índice de refracción .....	41
2.2.6.7 Ácidos Grasos.....	41
2.2.7 Clasificación de ácidos grasos .....	42
2.2.7.1 Ácidos Grasos Saturados .....	42
2.2.7.2 Ácidos Grasos Monoinsaturados .....	43
2.2.7.3 Ácidos Grasos Poliinsaturados .....	43
2.2.7.4 Acido Grasos insaturados .....	44
2.2.7.5 Fitoesteroles y tocoferoles .....	44
2.2.7.6. Ácidos grasos trans y cis .....	45
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	47
3..1.1 Tipo de investigación .....	47
3.1.1 Nivel de investigación.....	47
3.1.3. Diseño de investigación .....	48
3.2 Ámbito temporal y espacial.....	50
3.2.1 Lugar de ejecución.....	50
3.2.2 Ubicación política.....	50
3.2.3. Ubicación geográfica .....	50

3.3. Población y muestra.....	51
3.3.2 Muestra .....	52
3.3.3 Unidad experimental.....	52
3.3.4. Técnicas e Instrumentos.....	52
3.4 Descripción de la obtención de materia prima.....	53
3.4.1Acondicionamiento de la semilla de granadilla.....	53
3.3.1 Etapa de extracción del aceite por solvente orgánico.....	56
3.4.4 Parámetros para considerar en la extracción por solvente orgánico .....	56
3.4.4.1Selección del Solvente.....	57
3.4.4.2Relación Solvente-Muestra.....	57
3.4.4.3Tiempo de Extracción .....	57
3.4.4.4Temperatura de Extracción.....	57
3.4.4.5. Método de Agitación.....	58
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1Resultados.....	60
4.1.1Análisis e interpretación de datos .....	60
4.1.1.1Descripción sobre el rendimiento y caracterización del aceite de granadilla .	60
4.1.1.2 Descripción sobre el rendimiento del aceite de granadilla .....	63
4.1.1.3Características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla para el mercado estético. ....	66
4.1.1.1Composición y comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla con el Codex Alimentario .....	68
CONCLUSIONES.....	73
RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	75
ANEXOS .....	82

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operalización de variables .....	27
<b>Tabla 2</b> Clasificación taxonómica de la granadilla .....	33
<b>Tabla 3</b> Derivados de los componentes de las grasas y aceites .....	36
<b>Tabla 4</b> Parámetros físicos de los aceites en la industria cosmética.....	40
<b>Tabla 5</b> Factores y niveles de extracción.....	49
<b>Tabla 6</b> Diseño experimental de la extracción del aceite de granadilla .....	50
<b>Tabla 7</b> Rendimiento y caracterización del aceite de granadilla por dos métodos de extracción solvente orgánico y prensado en frío .....	60
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento y caracterización físico-químicas del aceite de semilla de granadilla .....	62
<b>Tabla 9.</b> Comparaciones múltiples de Tukey para Rendimiento .....	63
<b>Tabla 10</b> Rendimiento del aceite de granadilla por dos métodos de extracción solvente orgánico y prensado en frío .....	63
<b>Tabla 11</b> ANOVA para el rendimiento del aceite de granadilla según la temperatura método de extracción .....	65
<b>Tabla 12</b> Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento del aceite de granadilla según el método de extracción.....	66
<b>Tabla 13</b> Características físico-químicas del aceite de semilla de granadilla según método de extracción.....	67
<b>Tabla 14</b> Comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla (g/100g), con el Codex Alimentario .....	69
<b>Tabla 15</b> Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de solvente.....	96

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Fruto de granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> Juss) .....	37
<b>Figura 2</b> Estructura de un ácido graso saturado .....	42
<b>Figura 3</b> Mapa del distrito de Huanta departamento de Ayacucho.....	51
<b>Figura 4</b> Mapa de la provincia de Huanta .....	51
<b>Figura 5</b> Diagrama de flujo para la extracción de aceite por prensado en frío .....	55
<b>Figura 6</b> Diagrama de flujo de la extracción de aceite por solvente orgánico .....	58
<b>Figura 7</b> Rendimiento de aceite de granadilla según el método de extracción por solvente o prensado en frío .....	64
<b>Figura 8</b> Perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla(g/100g).....	69

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Recolección y cosecha de la granadilla en Ñahuimpuquio.....	82
<b>Anexo 2</b> Lavado de la semilla de granadilla en Ñahuimpuquio .....	82
<b>Anexo 3</b> Pesado de la semilla de granadilla en el laboratorio con la balanza analítica .....	83
<b>Anexo 4</b> Tamizado de la semilla de granadilla en el laboratorio de química.....	83
<b>Anexo 5</b> Proceso de secado de semillas de granadilla en la estufa en el laboratorio de química .....	84
<b>Anexo 6</b> Proceso de triturado de semilla de granadilla en el mortero .....	84
<b>Anexo 7</b> Muestras de secado de semillas de granadilla en el laboratorio .....	85
<b>Anexo 8</b> Acondicionamiento de semillas de granadilla para extracción por método del solvente orgánico .....	85
<b>Anexo 9</b> Preparación de muestras con solvente orgánico .....	86
<b>Anexo 10</b> Proceso de colocado de muestras con la extracción por solvente orgánico .....	86
<b>Anexo 11</b> Extracción del aceite de la semilla de granadilla por método solvente orgánico ..	87
<b>Anexo 12</b> Proceso de pesado de semilla de granadilla en la balanza analítica en el laboratorio ..	88
<b>Anexo 13</b> Triturado y preparación de la torta de semillas de granadilla.....	88
<b>Anexo 14</b> Prensado de la torta de semillas de granadilla para la extracción de aceites .....	89
<b>Anexo 15</b> Utilización de la centrifuga en muestras de prensado en frio a 5000rpm .....	89
<b>Anexo 16</b> Obtención de aceite por prensado en frio.....	89
<b>Anexo 17</b> Pruebas de laboratorio.....	91
<b>Anexo 18</b> Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de solvente.....	97
<b>Anexo 19.</b> Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de prensado al frio.....	99

## INTRODUCCIÓN

La agricultura peruana representa uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico nacional, especialmente en zonas altoandinas donde predomina la agricultura familiar. No obstante, la limitada tecnificación, el escaso acceso a mercados formales y la falta de valorización de subproductos agrícolas afectan negativamente la rentabilidad de los cultivos regionales (MINAGRI, 2023). En este contexto, el aprovechamiento de residuos agroindustriales como las semillas de frutas adquiere relevancia como estrategia para generar valor agregado y fomentar el desarrollo sostenible.

La granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), fruta nativa de los Andes tropicales, es cultivada principalmente en regiones como Ayacucho y Huánuco. A pesar de su demanda en el mercado nacional e internacional por su sabor y propiedades nutritivas, sus semillas suelen ser desechadas sin un uso industrial relevante (Agro Perú, 2021). Estudios recientes han evidenciado que estas semillas contienen aceites vegetales ricos en ácidos grasos esenciales como el linoleico y el oleico, con potencial aplicación en la industria cosmética por sus propiedades hidratantes, antioxidantes y emolientes (Artica Mallqui *et al.*, 2023; Block, Arellano, 2009).

El mercado global de aceites naturales ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por la tendencia hacia el consumo de productos estéticos con ingredientes naturales y sostenibles. Según Market Research Future (2022), este mercado alcanzará un valor de 13,5 mil millones de dólares en 2025, con una tasa de crecimiento anual del 8,4 %. En el ámbito nacional, se observa una creciente demanda de productos cosméticos derivados de insumos vegetales andinos, lo que abre oportunidades para la inserción del aceite de semilla de granadilla como ingrediente innovador. A pesar de ello, en el Perú existen pocas investigaciones que caractericen este aceite bajo estándares internacionales como los establecidos por el Codex Alimentario. Además, los productores locales carecen de tecnologías de extracción adecuadas que permitan transformar este subproducto en un insumo de valor para el mercado estético (DIREPRO Ayacucho, 2023).

En este sentido, la presente investigación tiene como finalidad evaluar el rendimiento y caracterización fisicoquímica y lipídica del aceite extraído de semillas de granadilla mediante dos métodos: extracción con solvente orgánico (n-hexano) y prensado en frío, para determinar su potencial uso en formulaciones cosméticas. El estudio se desarrolló en condiciones controladas, aplicando un diseño experimental prensado en frío, para determinar su potencial uso en formulaciones cosméticas. El estudio se desarrolló en condiciones controladas, aplicando un diseño experimental completamente al azar con repeticiones por tratamiento. El desarrollo de la presente investigación se organiza en ocho capítulos que permiten comprender de forma progresiva y coherente el propósito y alcance del estudio.

El capítulo I ,plantea el problema de investigación, los objetivos, la justificación, la hipótesis y la definición de variables, estableciendo así la base conceptual del trabajo. Este primer apartado permite contextualizar la necesidad de valorizar el aceite de semilla de granadilla como una alternativa para el mercado estético local.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico que sustenta la investigación, incluyendo antecedentes relevantes a nivel nacional e internacional, así como las bases teóricas que explican el comportamiento del aceite vegetal bajo diferentes métodos de extracción. También se define la terminología clave, orientando al lector en la comprensión técnica del tema.

El capítulo III, describe la metodología aplicada, detallando el tipo y diseño de investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos utilizados. Asimismo, se explican las condiciones bajo las cuales se realizaron los ensayos experimentales, asegurando la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

El capítulo IV, expone los resultados del experimento en tablas y figuras, abordando tanto el rendimiento como las propiedades fisicoquímicas y lipídicas del aceite. Se integra además el análisis estadístico correspondiente y se establece la relación entre los métodos de extracción y las variables evaluadas.

El capítulo V ,ofrece la discusión de resultados, comparando los hallazgos con investigaciones previas y estándares internacionales. Se analizan críticamente

los beneficios y limitaciones de cada método de extracción, y se destaca el valor funcional del aceite en el contexto cosmético.

En el capítulo VI, se presentan las conclusiones alcanzadas, directamente vinculadas a los objetivos planteados, y se valoran los aportes del estudio para la agroindustria local y la innovación en productos naturales.

El capítulo VII, formula recomendaciones orientadas a la mejora del proceso de extracción y a la articulación del aceite de granadilla con emprendimientos del rubro cosmético.

Finalmente, el capítulo VIII incluye las referencias bibliográficas utilizadas, así como los anexos complementarios que contienen las fichas técnicas, instrumentos y registros experimentales que respaldan el desarrollo del estudio.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción y formulación del problema

El sector de los aceites naturales ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años debido a la creciente demanda en la industria cosmética por productos naturales y sostenibles. Según datos de Market Research Future (2022), el mercado global de aceites esenciales y vegetales creció a una tasa compuesta anual del 8.4 % entre 2018 y 2023, con una proyección de alcanzar los 13.5 mil millones de dólares en 2025. Sin embargo, el uso de semillas de frutas tropicales para la extracción de aceites sigue siendo un campo poco explorado en comparación con otros aceites tradicionales como el de argán o jojoba. Diversos estudios han evidenciado que el aceite de maracuyá y otras especies de *Passiflora* presentan compuestos con alto valor biológico, tales como ácidos grasos esenciales, tocoferoles y Fitoesteroles (Le *et al.*, 2023). En países como Brasil y Colombia, la investigación sobre aceites derivados de subproductos agrícolas ha permitido una mayor valorización del sector agroindustrial y cosmético, promoviendo alternativas de aprovechamiento de residuos vegetales (Pantoja *et al.*, 2017). No obstante, la comercialización de aceites extraídos de semillas de *Passiflora* sigue siendo limitada. En el contexto peruano, la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es un cultivo de importancia económica que se produce principalmente en las regiones andinas, con Ayacucho y Huánuco como principales productores (MINAGRI, 2023). A pesar de su valor nutritivo y comercial, su producción sigue centrada en el consumo de la pulpa, mientras que las semillas son desechadas sin aprovechamiento industrial. Las investigaciones nacionales han mostrado el potencial del aceite de semilla de granadilla por su alto contenido de ácidos grasos esenciales y su aplicación en la industria cosmética (Artica Mallqui *et al.*, 2023). Sin embargo, la falta de tecnologías de extracción

eficientes y el desconocimiento del valor agregado de estos subproductos limitan su industrialización y comercialización. Además, la normativa sobre aceites vegetales en el sector cosmético peruano es incipiente, lo que dificulta su inclusión en el mercado formal. La provincia de Huanta, en Ayacucho, presenta condiciones climáticas idóneas para el cultivo de granadilla. Sin embargo, la producción se realiza en pequeñas huertas y se destina principalmente al autoconsumo o al trueque en mercados locales (DIREPRO Ayacucho, 2023). El desconocimiento sobre el potencial de los subproductos de la granadilla ha llevado a la falta de iniciativas para su aprovechamiento en la industria cosmética. Actualmente, no existen estudios locales que caractericen el aceite de la semilla de granadilla con base en parámetros fisicoquímicos y estándares de calidad cosmética. Además, los productores locales carecen de tecnología para la extracción eficiente del aceite, lo que representa una oportunidad para desarrollar técnicas adecuadas a la realidad productiva de la región.

## **1.2 Formulación del problema de investigación**

### ***1.2.1 Problema general***

- ¿Cómo se evalúa el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético Huanta?

### ***1.2.2 Problemas específicos***

- ¿Cómo se determina el rendimiento en la extracción del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético Huanta?
- ¿Cómo se evalúa las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético Huanta?
- ¿Cómo se evalúa el perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético Huanta?

## **1.3. Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

- Evaluar el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético, Huanta.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento en la extracción del aceite de semilla de granadilla ((*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético, Huanta.
- Evaluar las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético, Huanta.
- Evaluar el perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético, Huanta.

## **1.4 Justificación e importancia**

### **1.4.1. Social**

La investigación sobre el rendimiento y caracterización del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) para el mercado estético representa una oportunidad estratégica para el desarrollo social en la provincia de Huanta. Al valorar un recurso nativo y transformarlo en un producto con propiedades cosméticas, se fomenta el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad local. El aceite de granadilla, por su origen natural, responde a la creciente demanda de productos saludables en la industria estética, destacando como una alternativa segura frente a los productos sintéticos. Esta iniciativa impulsa prácticas productivas responsables, genera empleo, fortalece la economía local y promueve el emprendimiento agroindustrial. Además, contribuye a la educación social sobre los beneficios de los aceites esenciales y refuerza la identidad regional mediante la valorización de un producto propio de la zona.

### **1.4.2 Económica**

Esta investigación se basa en el potencial para convertir la producción local de granadilla en Huanta en una fuente de ingresos significativa al agregar valor mediante la extracción de aceite dirigida al mercado estético. Actualmente, la granadilla se cultiva en pequeñas huertas y su producción es limitada, en gran parte debido al desconocimiento sobre su valor agregado, especialmente las semillas, que suelen ser subproductos es decir desecho que al caracterizar el aceite de granadilla con parámetros de calidad específicos para el mercado estético, puede obtener

estándares que permitan a los productores locales no solo obtener un rendimiento económico más alto por su producto, sino también diversificar sus ingresos al aprovechar subproductos que antes no eran considerados económicamente útiles. La demanda de aceites naturales en la industria cosmética está en constante crecimiento, y el aceite de granadilla tiene el potencial de convertirse en un producto atractivo por sus propiedades estéticas, promoviendo así el desarrollo de un mercado. La implementación de esta investigación podría, además, incentivar la organización de productores para mejorar la producción y tecnificación de sus huertas, generar empleos y fomentar la economía local. Esto contribuirá a crear una cadena de valor que beneficie a productores y emprendedores locales, promoviendo el crecimiento económico sostenible en la región a través de la industrialización de un producto que es cultivada en la provincia de Huanta.

### **1.4.3. Científica**

Las contribuciones técnicas y de conocimiento de la investigación en el área de extracción y caracterización de aceites naturales, destacando el papel de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta y sus laboratorios para experimentar métodos innovadores y estandarizados de extracción permite al investigador estudiante a contextualizar estos ensayos para evaluar parámetros propios del ámbito de la provincia de Huanta y sus productos. Los ensayos realizados en los laboratorios universitarios permiten validar métodos precisos de extracción y caracterización del aceite, como la técnica Soxhlet y prensado evaluando parámetros que permitan realizar una mejor extracción, lo cual contribuye al avance de la ciencia en la comprensión de los componentes bioactivos de los aceites de semilla de granadilla. Estas metodologías pueden proporcionar datos valiosos sobre la composición de ácidos grasos y otros componentes beneficiosos, que respaldan científicamente su potencial aplicación en productos. Además, la investigación fomenta un enfoque práctico en la educación científica, ya que los resultados y metodologías desarrolladas son escalables y pueden ser transferidos a emprendedores locales, promoviendo la creación de microempresas especializadas en productos estéticos naturales. Esta sinergia entre investigación y aplicación práctica refuerza el impacto científico y económico de los estudios en la región, consolidando a Huanta como un centro de innovación en el aprovechamiento

de recursos naturales locales para la industria cosmética, y abriendo nuevas posibilidades de mercado e industrialización.

#### **1.4.4 Ambiental**

La presente investigación se enfoca en el aprovechamiento sostenible de recursos locales y en minimizar el impacto ambiental que genera la industria de aceites. La producción de aceite de semilla de granadilla puede ofrecer un uso eficiente y responsable de subproductos agrícolas que de otro modo serían desechados, reduciendo así los residuos y promoviendo un uso adecuado de nuestros recursos actuando con responsabilidad en el posible impacto que se pueda generar los subproductos, el enfoque de la presente es utilizar tecnologías limpias utilizando insumos adecuados y minimizando el uso de insumos químicos que generen algún tipo de impacto al ambiente. Esta investigación utiliza métodos de extracción respetuosos con el medio ambiente y procura establecer estándares que minimicen el uso de solventes químicos y energía en el proceso, limitando así las emisiones contaminantes. Al desarrollar técnicas específicas para la extracción de aceite de granadilla, se establece una referencia para prácticas sostenibles que otras industrias locales pueden adoptar, fomentando una responsabilidad compartida, priorizando evaluaciones constantes de los impactos ambientales asociados, promoviendo la reducción de desechos en cada etapa del proceso.

### **1.5 Hipótesis**

#### ***1.5.1. Hipótesis general***

- El rendimiento y caracterización del aceite extraído de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) presentan propiedades significativas que hacen viable su aplicación en el mercado estético en Huanta.

#### ***1.5.2 Hipótesis específica***

- Existe diferencias significativas en el rendimiento del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), según al método de extracción.
- Las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) cumple con los estándares de calidad para el mercado estético, Huanta.

- La evaluación de perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) cumple con los estándares de calidad para el mercado estético, Huanta

## **1.6 Variables**

### ***Variables independientes***

- Método de extracción del aceite

### ***Variables dependientes***

- Rendimiento del aceite
- Caracterización fisicoquímica del aceite
- Perfil de ácidos grasos del aceite

**Tabla 1***Operalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Variable independiente</b> Método de Extracción de aceites	Proceso mediante el cual los lípidos se separan de una fuente vegetal o animal usando diversos métodos físicos o químicos. (Bamgboye et al, 2008).	La extracción de aceites se refiere al proceso mediante el cual se separa el contenido de lípidos de una muestra específica.	Extracción por prensado en frío Extracción con solvente orgánico	Cantidad de aceite(ml) Cantidad de aceite(ml)	Prensa Equipo Soxhlet
<b>Variable dependiente</b> Rendimiento del aceite	El rendimiento es un indicador de eficiencia en los procesos industriales, ya que refleja la cantidad de producto obtenido en relación con la materia prima utilizada. (Corcuera et al., 2024).	El rendimiento se refiere a la relación entre la cantidad de producto obtenido y la cantidad de materia prima utilizada, expresada como un porcentaje. (Smith, 2019).	Peso de aceite extraído (g). Peso de muestra inicial(g)	% de aceite / 100g de muestra	Balanza (ml) Probeta (ml)
Caracterización fisicoquímica del aceite	La caracterización permite identificar las propiedades físicas y químicas de los materiales (Callister et al., 2018)	La caracterización se refiere al análisis y descripción detallada de las propiedades y características de un material o sustancia para comprender su composición, estructura y comportamiento (Callister et al. 2018)	Características Físico químicos	Humedad y Materia volátil, Índice peróxido, Índice acidez, Índice de refracción Densidad relativa .	g/mL meq/L

Perfil de ácidos grasos del aceite	Perfil de ácidos Grasos insaturados Perfil de ácidos Grasos saturados	El perfil de ácidos grasos representa la distribución y concentración de los ácidos grasos que componen un aceite vegetal, siendo determinante para definir su estabilidad oxidativa, valor nutricional y funcionalidad cosmética	El perfil de ácidos grasos representa la distribución y concentración de los ácidos grasos que componen un aceite vegetal, siendo determinante para definir su estabilidad oxidativa, valor nutricional y funcionalidad cosmética	Total, Omegas 3 Total, Omegas 6 Total, Omegas 9 Palmítico Oleico Palmitoleico Linoleico	LC=0.01 LC=0.01
------------------------------------	--	---	---	---	--------------------

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de investigación

##### 2.1.1 Internacional

Le, *et al* (2023), en su investigación “Extracción de aceite de semillas de maracuyá morada cultivadas en Vietnam” teniendo como objetivo la evaluación compuestos fenólicos,  $\delta$  y  $\gamma$ -tocoferoles y ácidos grasos saludables que exhiben diversas actividades biológicas. Se realizó mediante el método de prensa hidráulica y se investigaron las propiedades fisicoquímicas del aceite obtenido. Posteriormente, se examinó la actividad antioxidante del aceite mediante el ensayo DPPH. Como resultados han demostrado que aplicar una presión de  $180 \text{ kg/cm}^2$  en 25 min sin triturar ni secar las semillas produciría un alto rendimiento de aceite (107,8 ml/kg de semilla seca). El aceite de semilla extraído poseía características fisicoquímicas adecuadas para el aceite comestible y exhibía una actividad antioxidante relativamente alta. Estos resultados revelaron la aplicación prometedora del aceite de semilla *de P. edulis* en la industria farmacéutica.

Pantoja, (2017) desarrollada en Palmira-Colombia en su investigación “Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO<sub>2</sub> supercrítico” teniendo como objetivo evaluar diferentes parámetros de extracción de aceite de semillas de maracuyá generados en las industrias procesadoras. Utilizaron la tecnología de extracción mediante fluidos supercríticos y como solvente el CO<sub>2</sub>, se evaluaron parámetros de temperatura y presión relacionadas al rendimiento. Además, se evaluaron las características, físicas y químicas de los aceites con siguientes parámetros como la densidad, saponificación, Índice de yodo, acidez, índice de refracción y el peróxido. También se evaluaron los esteroides por cromatografía de gases y la espectrometría de masas, determinaron la capacidad antioxidante se midió a través del método DPP. Como resultado se logró que la mejor condición de la extracción de aceite de maracuyá fue a 350 bar y 60°C con un rendimiento de aceite  $15.7 \pm 0.5\%$  y que también cumple con los estándares de calidad para los aceites

comestibles y la industria cosmética a nivel fisicoquímico. En relación a los ácidos grasos saturados e insaturados se encontraron compuestos como el ácido linoleico (67.0%), oleico (16.6%) y palmítico (14.5%), todas presentes en menor cantidad y en la capacidad antioxidante tuvo un valor de EC50 de 433.40 g aceite/g DPPH con una capacidad determinante anti radical de 2.31E-03.

### **2.1.2 Nacional**

Artica Mallqui *et al.* (2023) desarrollo en Huancayo, Perú la tesis sobre “Ácidos grasos, tocoferoles y fitoesteroles en aceites de semillas de granadilla y zapallo extraído con CO2 supercrítico”, con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas del aceite de semillas de granadilla, mostró altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados, tocoferoles y esteroides, lo que sugiere su potencial como fármaco para la curación de heridas. Los aceites extraídos presentaron un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, adecuados para el consumo humano. El análisis fisicoquímico del aceite de semilla de granadilla reveló varias características importantes. El índice de refracción del aceite fue de 1,461, y su densidad relativa fue de 0,92, valores que son comparables a los reportados en otras investigaciones sobre aceites de semilla de Cucurbita máxima. El índice de saponificación fue de 186,09 mg KOH/g, lo cual es similar a otros estudios, indicando un bajo contenido de ácidos grasos saturados. El índice de acidez del aceite de granadilla fue de 1,71 mg KOH/g, un valor que se encuentra dentro de los límites permisibles para aceites vírgenes según el código alimentario. El índice de yodo fue de 142,46 g I<sub>2</sub>/100 g de aceite, lo que sugiere una alta presencia de ácidos grasos insaturados, aunque también indica una mayor susceptibilidad a la oxidación. Finalmente, el índice de peróxidos fue de 4,12 meq de O<sub>2</sub>/kg, un valor que es menor al máximo permisible, indicando que el aceite es apto para el consumo humano. Estas características fisicoquímicas hacen que el aceite de semilla de granadilla sea adecuado para aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica.

Hoyos y Sánchez. (2019) desarrollada en Pimentel- Perú la tesis “Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (*Passiflora edulis* S.), extraído con solvente orgánico y prensado en frío, tuvo como objetivo analizar y caracterizar el rendimiento del aceite de semilla de maracuyá, empleando dos métodos de extracción: solvente orgánico y prensado en frío. Se recolectaron 2 kg de semillas

de maracuyá negra, Los resultados indicaron que el prensado en frío es el método más eficiente para obtener aceite de semillas de maracuyá. Y el rendimiento del prensado en frío en semilla de maracuyá fresca es de un 27% y el de semilla de desecho industrial es de un 25% y el rendimiento de la extracción con solvente la semilla fresca de maracuyá presenta un 14% y la semilla de desecho industrial en un 7%, Los datos obtenidos demuestran que el método de prensado en frío proporciona un rendimiento significativamente mayor en comparación con la extracción por solventes orgánicos. Esto sugiere que el prensado en frío es la opción preferida para la extracción de aceite de semillas de maracuyá, tanto de semillas frescas como de desecho industrial, lo que podría tener implicaciones positivas para la industria de extracción de aceites y la valorización de subproductos.

Torres (2018) en su investigación desarrollada en Pimentel-Perú Extracción de Aceite a Partir de Semilla de Granadilla (*Pasiflora ligularis*) por prensado en frío y solvente orgánico, cuyo objetivo fue la utilización del método por prensado y con un solvente orgánico en la extracción y la caracterización del aceite de semillas de granadilla. El método empleado es experimental y consistió en lo siguiente: se recolectaron 5 kg de granadilla (450 gr de semilla) para la extracción con el solvente orgánico, para el prensado en frío 15 kg de granadilla (900 gr de semilla), El resultado que se logró en el rendimiento de aceite fueron los siguientes: con solvente se obtuvo un rendimiento del  $23.475 \pm 1.18$  %, con una acidez del 3.4526%, índice de peróxido del 15.372% y una alta concentración de ácido linoleico en 81.3385 %. El rendimiento del aceite que se obtuvo por prensado en frío fueron el  $1.75 \pm 0.07$ % y  $6.662 \pm 1.85$ , con una acidez de 1.756 %, índice de peróxido 6.662 meq O<sub>2</sub>/kg y una concentración mayor del ácido araquidónico 84.249 %, que corresponde a la omega 6 como ácidos grasos.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Descripción de la granadilla**

La granadilla es una planta trepadora perenne que se caracteriza por su estructura robusta y su capacidad de crecimiento extenso. Sus tallos son cilíndricos y leñosos en la base, con un color grisáceo y una forma ligeramente angulada. Las hojas de la granadilla son ovadas y acuminadas, con una base cordiforme y una

nervadura pinnada. Presentan un color oscuro casi azul en el haz y un verde grisáceo en el envés, lo que les confiere un aspecto que lo diferencia. (Villamizar, *et al*, 1992).

Torres Meléndez (2018), realiza una descripción de las flores de la granadilla indicando que son colgantes y poseen sépalos agudos de color verde en el exterior y blanco en el interior, sus pétalos son predominantemente blancos, con matices de rosa o violeta, y forman una corona con múltiples filas de filamentos. La estructura floral incluye un pedúnculo solitario, ocasionalmente acompañado de pares de brácteas ovadas y agudas. Las anteras producen polen amarillo, y el estigma es trífido. Mamani Quispe (2003) describe al fruto de la granadilla como una cápsula indehiscente de forma ovoide, midiendo aproximadamente 7 cm de largo y 5 cm de ancho. Su epicarpio es de color amarillo, que puede tornarse naranja, con combinaciones menores de morado y verde, y presenta pecas blancas. (Torres Meléndez, 2018). El mesocarpio es blanco, suave y esponjoso, mientras que el endocarpio separa la pulpa al madurar mientras que las semillas de la granadilla son negras, planas y elípticas, ubicadas sobre placentas longitudinales de 3,5 mm de longitud. Cada semilla está envuelta en una pulpa gelatinosa, que es transparente, dulce y aromática, lo que contribuye a la apreciación sensorial del fruto. (Torres Meléndez, 2018).

### **2.2.2 Origen de la granadilla**

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es una planta originaria de América, conocida como “fruta de la pasión” que crece de manera silvestre en regiones de clima tropical. Se encuentra en países como Perú, México y Venezuela, y Colombia destacan por su producción y pertenece a la familia *Passifloraceae*. Esta planta puede crecer desde el nivel del mar hasta altitudes de 2000 metros sobre el nivel del mar, mostrando una notable adaptabilidad. La granadilla es conocida por su diversidad en la forma y belleza de sus hojas y flores, que varían en tamaño, color, aroma y forma, características que son únicas para cada especie dentro de su género. Es especialmente relevante en las tierras altas de América Tropical, por encima de los 1000 metros, donde se considera la especie más importante de su tipo. (Agro Perú, 2021)

#### **2.2.3 Descripción botánica**

La taxonomía de la especie seleccionada es fundamental para comprender la clasificación dentro del reino vegetal. Cuya (2018), describe la taxonomía de la granadilla.

**Tabla 2**

*Clasificación taxonómica de la granadilla*

<b>Taxonomía de la granadilla</b>	
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Malpighiales
<b>Familia</b>	Passifloreceae
<b>Genero</b>	<i>Passiflora</i>
<b>Especie</b>	<i>Passiflora ligularis</i> ; Juss

*Nota:* Clasificación taxonómica de la granadilla Fuente: Cuya (2018).

### 2.2.3 Aspectos morfológicos

La granadilla (*Passiflora ligularis*) es una planta originaria de América, conocida como “fruta de la pasión” que crece como una planta trepadora perenne caracterizada por su vigoroso crecimiento. Sus tallos son grisáceos, surcados y leñosos en la base, con una estructura cilíndrica o ligeramente angulada, alcanzando hasta 8 cm en los entrenudos. Las raíces son fasciculadas y poco profundas. Las hojas de la granadilla son ovadas, con una base profundamente cordada y márgenes enteros, presentando un color verde oscuro casi azul en el haz y un verde-grisáceo en el envés, mientras que las hojas jóvenes pueden tener un tono violeta. (Villamar, 2018). Las flores de la granadilla son colgantes y acampanadas, con un diámetro de 6 a 12 cm. Tienen un aroma dulce y almizclado, con sépalos agudos de color verde en el exterior y blanco en el interior. Los pétalos son oblongos y de color blanco o blanco con

matices rosa-violeta. La corona de la flor tiene de cinco a siete filas de filamentos con puntas azules y bandas alternas de púrpura y blanco. El pedúnculo es solitario o pareado, y las anteras producen polen amarillo. (Torres, 2018).

El fruto de la granadilla es una cápsula indehiscente, de forma ovoide a esférica, midiendo entre 6.5 y 8 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho. Su cáscara es lisa y dura, con un epicarpio de color amarillo a naranja, a veces con tonos púrpura o verde, y presenta pecas blancas. El mesocarpio es blanco, blando y esponjoso, mientras que el endocarpio es una película blanca que se separa al madurar. Las semillas son negras, elípticas y planas, rodeadas por una pulpa gelatinosa transparente, dulce y aromática. Cada fruto puede contener entre 250 y 350 semillas, y es rico en vitaminas A, C y K, así como en minerales como fósforo, hierro y calcio. (Rivera *et al.*, 2002).

#### **2.2.4 Aceites y grasas**

Los aceites y grasas vegetales están compuestos principalmente por triglicéridos, que son glicerol esterificado con tres moléculas de ácidos grasos, son materiales hidrofóbicos, insolubles en agua, distribuidos en el reino animal y vegetal que consisten en una mol de glicerol y tres moles de ácidos grasos, razón por la cual se les llama comúnmente “triglicéridos”. Sus ácidos grasos, varían tanto en la longitud de su cadena carbonada, como en el número de dobles ligaduras. (Rodríguez *et al.*, 2016). Además, contienen pequeñas cantidades de componentes no triglicéricos como fosfolípidos, esteroides, tocoferoles, carotenoides, clorofilas, mono y diglicéridos, y ácidos grasos libres. Los fosfolípidos, utilizados como emulsionantes en la industria alimentaria, son ésteres de ácido fosfórico. Los esteroides se encuentran en aceites tanto animales como vegetales, mientras que los tocoferoles, presentes en la mayoría de los aceites vegetales, actúan como antioxidantes y son una fuente de vitamina E, especialmente el isómero  $\alpha$ . Los carotenoides proporcionan un color amarillo intenso que puede enmascarar el verde de las clorofilas, las cuales deben eliminarse para mejorar la estabilidad oxidativa y la apariencia del aceite. Los ácidos grasos libres, junto con los monos y di glicéridos, resultan del hidrólisis de triglicéridos, que puede ocurrir durante el almacenamiento de los granos o aceites. (Block y Barrera, 2009). Actualmente, se recomienda reducir el consumo de aceites y grasas para prevenir enfermedades cardiovasculares y degenerativas. Sin embargo, se han identificado numerosos compuestos fitoactivos

liposolubles con beneficios funcionales en el campo de la nutraceutica, que es parte de la nutrición y medicina preventiva. Los aceites vegetales y de pescado, así como algunos granos y hortalizas, proporcionan ácidos grasos esenciales como el linoleico y linolénico, además de otros compuestos beneficiosos como fitoesteroles, tocoferoles, alcoholes alifáticos de cadena larga, ácido linoleico conjugado y ácido gama-linolénico. Estos componentes son recomendados por sus efectos positivos en la salud. (Block y Barrera, 2009).

Los aceites y grasas de origen vegetal y animal son componentes esenciales en la dieta humana debido a su impacto directo en la salud. Proveen vitaminas liposolubles, compuestos funcionales, ácidos grasos esenciales y energía necesaria para las funciones corporales. En los alimentos, contribuyen a la textura, sabor y color, mejorando su apariencia y palatabilidad. Además de su importancia nutricional, estos aceites y grasas tienen aplicaciones en la industria cosmética, farmacéutica, química y de biocombustibles, destacando su versatilidad y valor en diversos sectores (Block *et al*, 2009).

En las plantas, se encuentran en pequeñas estructuras dentro de frutos o semillas, llamadas cuerpos lipídicos. Para obtener el aceite, estas estructuras deben romperse. El aceite se extrae de frutos como la palma y la aceituna mediante prensado mecánico, ya sea en frío o caliente, según el tipo de aceite deseado. El prensado en frío conserva el aroma y sabor del fruto. También se extrae aceite de granos como el maní y el algodón. Con el tiempo, se ha empezado a usar un método más eficiente con solvente hexano, que deja menos de 1% de aceite en las harinas resultantes, permitiendo que se conserven mejor (Artica Mallqui, *et al*. 2023). Actualmente, se aconseja reducir el consumo de aceites y grasas para prevenir enfermedades cardiovasculares y degenerativas. Sin embargo, se han identificado compuestos fitoactivos liposolubles con beneficios funcionales en la nutraceutica, que es parte de la nutrición y medicina preventiva. Los aceites vegetales y de pescado, así como algunos granos y hortalizas, aportan ácidos grasos esenciales como el linoleico y linoleico, además de Fitoesteroles, tocoferoles, alcoholes alifáticos de cadena larga, ácido linoleico conjugado y ácido gama-linoleico, recomendados por sus efectos positivos en la salud. Además de su uso alimentario, los aceites vegetales se utilizan

en las industrias farmacéutica, química, cosmética, y como materia prima para obtener compuestos de interés oleo químico. (Block y Barrera, 2009). En la siguiente tabla se muestra los derivados de los componentes de las grasa y aceites y su interés

Tabla 3

*Derivados de los componentes de las grasas y aceites*

Componentes de los aceites y grasas	Derivados
Ácidos grasos y derivados	Plásticos, jabones metálicos, agentes de limpieza y enjuague, jabones de tocador, cosméticos, resinas, colorantes, textiles, industrias de papel y cuero, gomas y lubricantes
Ésteres metálicos de ácidos grasos	Cosméticos, agentes de limpieza y enjuague
Glicerol y derivados	Cosméticos, pastas de dientes, industria farmacéutica y alimentaria, resinas sintéticas, tabaco, explosivos, procesamiento de celulosa
Alcoholes grasos y derivados	Agentes de limpieza y enjuague, cosméticos, textiles, industrias de papel y cuero, aditivos para aceites minerales

*Nota:* Derivados de componentes de grasas y aceites Fuente: Graciani (2006)

### 2.2.5 Aceite de granadilla

La familia *Passifloraceae* incluye aproximadamente 400 especies, muchas de ellas de interés comercial y ornamental. En Colombia se encuentran 141 especies, de las cuales 48 que habitan de manera natural en diferentes espacios geográficos. Entre las más destacadas por sus frutos están la granadilla (*Passiflora ligularis*), el maracuyá (*P. edulis*) y la curuba (*P. mollisima*), entre otras. La granadilla, que es nativa de los Andes, crece en un rango de altitud de 1700 a 2600 msnm en suelos ricos en materia orgánica, con un pH entre 5.5 y 6.5 y condiciones de humedad entre el 60 y 80% (Rivera *et al.*, 2002). En la elaboración de subproductos de la granadilla se presenta como merma la semilla que puede representar un gran potencial para generar valor agregado. A través de investigaciones, se ha sugerido que estas semillas pueden ser una fuente viable de

aceite natural, destacándose por sus características fisicoquímicas y su contenido de ácidos grasos beneficiosos para la salud humana. El aceite de semilla de granadilla tiene varias características funcionales ya que presenta ácidos grasos insaturados alcanzando un 82,37% de su composición total, con un predominio del ácido araquidónico (74,22%) y cantidades menores de ácido oleico, palmítico y esteárico. La alta proporción de ácidos grasos insaturados es beneficiosa para la salud cardiovascular, efectos antiinflamatorios y mejorar la cicatrización de heridas ya que estos compuestos pueden ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL en la sangre y mejorar la función endotelial. (Artica Mallqui *et al.*, 2023).

Figura 1

*Fruto de granadilla (Passiflora ligularis Juss)*



*Nota:* Fruto de granadilla y las semillas Fuente. OODCO. (s.f.)

## **2.2.6 Características de la calidad del aceite**

### **2.2.6.1 Humedad y Materia volátil**

El contenido de agua en el aceite o grasa provoca la hidrólisis de los triglicéridos, rompiendo las uniones entre los ácidos grasos y el glicerol, lo que genera ácidos grasos libres, monoglicéridos, diglicéridos y glicerol. Las insaturaciones de los ácidos grasos permanecen tras la alcoholisis, por lo que el punto de fusión de los biocombustibles producidos está relacionado con el aceite original (Ramírez, 2018).

### **2.2.6.2 Índice de peróxido**

El índice de peróxido mide el estado inicial de oxidación de un aceite, relacionado con su enranciamiento, un proceso natural que altera su composición y propiedades organolépticas. El enranciamiento puede ocurrir por hidrólisis, liberando ácidos grasos y glicerina, o por oxidación, donde el oxígeno se incorpora en los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados, formando peróxidos e hidroperóxidos. Estos compuestos estables se transforman en aldehídos y cetonas, causando problemas de olor. La oxidación se acelera con el aumento de temperatura, exposición al oxígeno, luz y contacto con materiales prooxidantes. El índice de peróxido se expresa en miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite (meq O<sub>2</sub>/kg) (Ramírez Nieves, 2018) El índice de peróxido, según el Codex Stan 19, establece un límite de hasta 15 meq de O<sub>2</sub> activo por kilogramo de aceite. Tanto el aceite de semilla de chirimoya como el de guanábana cumplen con este límite. Este índice es crucial para evaluar el estado de conservación del alimento, ya que la oxidación del aceite puede destruir vitaminas liposolubles (A, D, E, caroteno) y ácidos grasos esenciales, además de afectar la biosíntesis de la vitamina K. Por ello, es importante mantener bajos valores de este indicador de calidad. (Nonalaya *et al.*, 2017)

### **2.2.6.3 Índice de acidez (ácido oleico)**

El índice de acidez mide la cantidad de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de aceite. Se determina mediante titulación del aceite disuelto en alcohol con una solución estándar de KOH. Un índice elevado indica un alto grado de hidrólisis, liberando ácidos grasos de su enlace éster con el glicérido original. Este índice es crucial en la transesterificación, ya que los ácidos grasos pueden reaccionar con el catalizador, provocando saponificación. Índice de refracción (Ramírez, 2018).

La evaluación de la acidez en aceites y grasas es una medida importante que indica la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el producto. Esta medida se expresa generalmente en términos de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de aceite. Un alto índice de acidez sugiere que el aceite ha sufrido hidrólisis, un proceso en el que los triglicéridos se descomponen en ácidos grasos libres y

glicerol, lo cual puede ocurrir debido a la exposición al agua, calor o enzimas. La acidez es un indicador crítico de la calidad del aceite, ya que un alto contenido de ácidos grasos libres puede afectar negativamente el sabor, olor y estabilidad del producto. Además, en procesos industriales como la transesterificación para la producción de biodiesel, un alto índice de acidez puede llevar a la saponificación, interfiriendo con la eficiencia del proceso (Nonalaya *et al.*, 2017).

#### **2.2.6.4 Densidad relativa**

La densidad relativa en aceites es una medida que compara la densidad de un aceite con la densidad del agua a una temperatura específica, generalmente 20°C. Esta propiedad es importante porque proporciona información sobre la composición y pureza del aceite. La densidad relativa del aceite varía según el tipo específico de aceite, pero generalmente se encuentra en un rango de 0,910 a 0,930 g/mL a 20 °C para aceites vegetales comestibles (*CODEX STAN 210-1999*). La densidad relativa puede variar dependiendo de factores como la longitud de la cadena de ácidos grasos, el grado de insaturación y la presencia de otros componentes químicos en el aceite (Nonalaya *et al.*, 2017). Con respecto a longitud de la cadena de ácidos grasos en los aceites las que presentan cadenas más largas tienden a tener mayores índices de refracción y densidades relativas. Esto se debe a que las cadenas más largas aumentan el peso molecular del aceite, afectando sus propiedades físicas, estas características como la viscosidad, índice de refracción, punto de fusión, punto de ebullición, y el punto de humo.

Estas propiedades son esenciales para evaluar la calidad y el comportamiento del aceite en diferentes aplicaciones industriales. (Nonalaya *et al.*, 2017). En la industria cosmética, los aceites deben cumplir ciertos parámetros físicos para garantizar su estabilidad y eficacia en los productos. Estos son algunos límites típicos de las propiedades físicas en aceites usados en cosmética: en cuanto al índice de refracción los límites se encuentran en un rango de 1.460 y 1.490 para aceites vegetales como el aceite de jojoba, almendra y coco. El índice de refracción se mide a 20 °C y es un indicador de la pureza y composición de los aceites, siendo un estándar en la industria cosmética.

### 2.2.6.5 Punto de Fusión

Es la temperatura específica a la cual una sustancia sólida se convierte en líquido. El sólido y el líquido coexisten en equilibrio esta propiedad es muy importante en la textura del producto varía según el tipo de aceite, pero los aceites sólidos a temperatura ambiente (como la manteca de karité) suelen tener puntos de fusión entre 30 °C y 40 °C. siendo importante para elegir qué tipo de aplicación de podría darle a este producto. (Codex Alimentarius Commission, 2001), el punto de Ebullición es menos complejo en la industria de los cosméticos ya que la mayoría de los aceites no se calientan hasta este punto en procesos cosméticos, pero se conoce que el punto de ebullición de los aceites vegetales varía ampliamente, pudiendo superar los 300 °C en condiciones de presión estándar. Finalmente se considera el punto de humo se recomiendan que los aceites utilizados en la industria cosmética deben tener un punto de humo alto si son sometidos a temperaturas elevadas en los procesos. Generalmente, un punto de humo de 200 °C o más es adecuado, aunque no siempre es necesario en cosmética, donde se evitan temperaturas elevadas para preservar los compuestos sensibles. El grado de insaturación si es en mayor grado de insaturación (más dobles enlaces) suelen tener índices de refracción más altos y son más susceptibles a la oxidación, lo que puede influir en su índice de peróxido. Además, los aceites insaturados tienden a ser líquidos a temperatura ambiente, mientras que los saturados son más sólidos (Codex Alimentarius Commission, 2001).

Tabla 4

#### *Parámetros físicos de los aceites en la industria cosmética*

Parametros fisicos	Limites
Densidad relativa	0,910 a 0,930 g/mL 1.460-1490
Punto de fusión	30 °C - 40 °C
Punto de ebullición	> 300 °C
Punto de humo	200 °C o superior

*Nota:* Adaptado de Codex Alimentario Comisión, 2001 Fuente: (Codex alimentario ,2001

#### **2.2.6.6 Índice de refracción**

El índice de refracción de las grasas y ácidos grasos aumenta con la longitud de la cadena hidrocarbonada y el número de dobles enlaces. Este índice corresponde a un rango de 1.467 a 1.470 a 20 °C para aceites comestibles comunes, para evaluar se realiza la reducción de la velocidad de la luz al pasar por un medio homogéneo y se utiliza para estimar la pureza de las sustancias. (Nonalaya et al., 2017), Si el índice de refracción de un aceite se encuentra fuera del rango establecido, indica que el aceite puede haber sido adulterado, oxidado o refinado incorrectamente. Por ejemplo, un índice de refracción fuera de rango puede señalar que el aceite ha sido mezclado con otros aceites de diferente composición o que ha sufrido oxidación, lo que afecta su estructura molecular y, por tanto, sus propiedades fisicoquímicas (Shahidi,2019). Asimismo, puede reflejar problemas en el proceso de extracción o refinación, lo que podría comprometer la calidad y pureza del producto final (Codex Alimentario, 2001).

#### **2.2.6.7 Ácidos Grasos**

Los ácidos grasos son compuestos orgánicos que se encuentran en las grasas y aceites, son esenciales para diversas funciones biológicas en el cuerpo humano. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010), los ácidos grasos son compuestos orgánicos que constituyen los bloques fundamentales de los lípidos en el organismo. Están formados por una cadena hidrocarbonada (carbonos e hidrógenos) y un grupo carboxilo (-COOH) en uno de sus extremos, lo que les confiere propiedades ácidas. Dependiendo de la presencia de enlaces dobles en la cadena de carbono.

Los ácidos grasos saturados tienen solo enlaces simples entre los átomos de carbono. Esto resulta en cadenas rectas que pueden empaquetarse estrechamente, el ácido palmítico, ácido esteárico. En caso contrario tenemos Los ácidos grasos insaturados como el ácido oleico (monoinsaturado), ácido linoleico (poliinsaturado), especialmente los omega-3 y omega-6, son beneficiosos para la salud. Sin embargo, cuando estos ácidos grasos se oxidan (especialmente en procesos industriales), pueden formar compuestos dañinos, como peróxidos lipídicos, que están relacionados con el deterioro de la salud y enfermedades crónicas (Hernández et al., 1995).

La clasificación de los ácidos grasos en grupos amplios, como ácidos grasos saturados (SFA), monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA), presenta limitaciones significativas al evaluar sus efectos sobre la salud humana, se ha destacado que los ácidos grasos individuales dentro de cada categoría pueden tener propiedades biológicas y efectos específicos que varían considerablemente. Esta variabilidad es crucial para la formulación de recomendaciones dietéticas globales, ya que las ingestas de ácidos grasos individuales pueden diferir entre regiones del mundo, dependiendo de las fuentes predominantes de grasas y aceites (Food and Agriculture Organization, 2023).

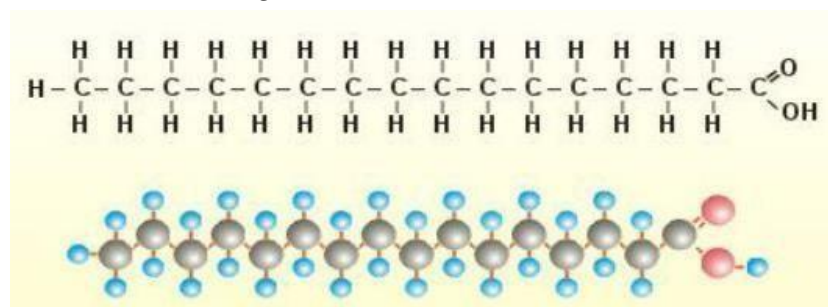
## 2.2.7 Clasificación de ácidos grasos

### 2.2.7.1 Ácidos Grasos Saturados

Los ácidos grasos saturados en su composición no contienen dobles enlaces en su cadena de carbono. Se encuentran comúnmente en grasas animales y algunos aceites vegetales. (Food and Agriculture Organization, 2023), Son un tipo de lípido con enlaces de carbono que están saturados con átomos de hidrógeno, lo que resulta en una estructura más rígida y sólida a temperatura ambiente. Este tipo de grasa se encuentra comúnmente en productos de origen animal, como la carne, la mantequilla y los productos lácteos, así como en algunas grasas vegetales, como el aceite de coco y el aceite de palma a temperatura ambiente, las grasas saturadas tienden a ser sólidas debido a su estructura molecular compacta, son más estables a la oxidación en comparación con las grasas insaturadas, lo que las hace menos propensas a volverse rancias.

Figura 2

*Estructura de un ácido graso saturado*



*Nota* : Imagen tomada de Aspectos físicos y químicos de la hidrogenación de grasas y aceites (2018)

### **2.2.7.2 Ácidos Grasos Monoinsaturados**

Contienen un solo doble enlace entre los átomos de carbono de su cadena hidrocarbonada. Esta estructura química hace que la molécula tenga una parte rígida (por la doble ligadura) y una parte flexible (por los enlaces simples), lo cual influye en sus propiedades (Food and Agriculture Organization, 2023). Los ácidos grasos monoinsaturados, como el ácido oleico, presentes en algunos alimentos, han sido considerados neutros en relación con el colesterol sérico, estos ácidos grasos pueden reducir el colesterol en niveles similares a los ácidos grasos poliinsaturados, ayudando así en la disminución del colesterol total y LDL (Ortiz et al, 1992). La estabilidad de los ácidos grasos monoinsaturados en productos cosméticos puede verse afectada por factores como la luz, el calor y la exposición al aire, los cuales pueden inducir su oxidación. Para mejorar su estabilidad, es común el uso de antioxidantes como la vitamina E y otros compuestos antioxidantes naturales en las formulaciones cosméticas (Moreno y Peña, 2018)

### **2.2.7.3 Ácidos Grasos Poliinsaturados**

Los ácidos grasos poliinsaturados, son ácidos grasos que contienen más de un doble enlace en su estructura química, lo cual les da propiedades únicas, estas se dividen en dos tipos principales: n-6 (omega-6) y n-3 (omega-3), ambos considerados esenciales porque el cuerpo no puede sintetizarlos y deben obtenerse a través de la dieta (Rodríguez *et al.*, 2005). La proporción de ácidos grasos omega-6 a omega-3 es esencial para mantener la salud. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha indicado que una ingesta equilibrada de estos ácidos grasos es crucial para prevenir enfermedades crónicas. Los ácidos grasos poliinsaturados, se caracteriza en la industria cosmética por sus propiedades beneficiosas para la piel, especialmente sus efectos antiinflamatorios, hidratantes y regeneradores de la barrera cutánea. Estos ácidos grasos, como el ácido linoleico (omega-6) y el ácido linolénico (omega-3), se encuentran comúnmente en aceites vegetales y marinos y aportan a la hidratación y elasticidad de la piel, lo que los hace adecuados para productos como cremas, sueros y lociones (Rodríguez, *et al.*, 2005). También ayudan a fortalecer la barrera lipídica de la piel, que es esencial para protegerla de

factores externos y evitar la pérdida de agua. Su capacidad antioxidante, contribuye a la neutralización de radicales libres, lo cual es particularmente útil en productos antienvjecimiento. Además, se ha demostrado que pueden reducir la inflamación y el enrojecimiento, lo cual es beneficioso para el tratamiento de pieles sensibles y propensas a afecciones como el acné o la rosácea (Cáceres et al., 2019).

#### **2.2.7.4 Acido Grasos insaturados**

Los ácidos grasos insaturados, se caracterizan por la presencia de uno o más enlaces dobles en su cadena hidrocarbonada. Esta estructura los hace más susceptibles a la rancidez oxidativa, siendo los ácidos grasos poliinsaturados especialmente vulnerables a daños causados por estas reacciones, (Cáceres et al., 2019). El punto de fusión de los ácidos grasos insaturados varía linealmente con la longitud de la cadena de carbonos y con el número de dobles enlaces presentes. Por ello un ácido graso insaturado con una cantidad equivalente de átomos de carbono tendrá un menor punto de fusión a medida que aumente el número de enlaces dobles en su estructura. En comparación con los ácidos grasos saturados, los insaturados tienen un punto de fusión más bajo para la misma longitud de cadena, lo que afecta su comportamiento físico y sus aplicaciones en la industria alimentaria (Badui, 2006).

#### **2.2.7.5 Fitoesteroles y tocoferoles**

La presencia de fitoesteroles y tocoferoles en los aceites puede influir en las propiedades antioxidantes y la estabilidad del aceite. Valenzuela, *et al* (2004). Describen a estos componentes que pueden afectar la densidad relativa y el índice de refracción del aceite. Estas propiedades en conjunto permiten evaluar la calidad y adecuación del aceite en diferentes aplicaciones industriales y alimentarias. Los tocoferoles son compuestos naturales liposolubles que pertenecen al grupo de la vitamina E, que incluye varias formas estructurales como el alfa, beta, gamma y delta tocoferoles. Estos compuestos actúan como antioxidantes naturales, protegiendo a las grasas de la oxidación y evitando el daño celular provocado por los radicales libres. En los aceites vegetales, los tocoferoles mejoran la estabilidad del aceite al

retrasar su rancidez, lo que es especialmente beneficioso en productos orientados al cuidado de la piel y al mercado cosmético (Sayago, *et al*, 2007).

Ajzenberg,(2002). Menciona que es un antioxidante liposoluble, los tocoferoles permanecen en el aceite después de su extracción y procesamiento contribuyendo en la calidad del aceite en l estabilidad y en el valor nutricional (Ursini, et al., 2021). En cambio, los fitoesteroles son compuestos vegetales estructuralmente similares al colesterol y se encuentran en los aceites vegetales en diversas concentraciones, también cumplen funciones de antioxidantes y antiinflamatorias, lo que contribuye a la estabilidad del aceite y ayuda a reducir la oxidación, prolongando su vida útil. (Rodríguez et al., 2005). En la industria cosmética, los fitoesteroles son valorados por su capacidad para mejorar la salud de la piel, ya que ayudan a restaurar la barrera cutánea, reducen la pérdida de agua transepidérmica y favorecen la hidratación profunda de la piel. Como componentes estructurales de las membranas celulares vegetales, los fitoesteroles contribuyen a mejorar la flexibilidad de estas y actúan como moléculas de señalización, activando receptores de hormonas esteroides. Son una alternativa efectiva al colesterol en el cuidado de la piel. (Dufourc, et al., 2020),

#### **2.2.7.6. Ácidos grasos trans y cis**

Los ácidos grasos, son componentes esenciales en la formulación de productos cosméticos, ya que influyen en la textura, estabilidad y propiedades funcionales de estos productos. Según Ajzenberg (2002), las grasas y aceites están compuestos por triacilgliceroles, que consisten en una molécula de glicerol unida a tres ácidos grasos, que pueden ser saturados, insaturados o mixtos. Los ácidos grasos insaturados, en particular, presentan isomería geométrica, donde los isómeros cis y trans tienen un impacto significativo en las propiedades de los productos cosméticos. Los ácidos grasos cis, tienen una configuración que permite que la cadena de carbono sea doble, lo que resulta en una estructura más fluida y flexible. Esto es beneficioso en cosméticos, ya que puede mejorar la absorción y la hidratación de la piel. Por otro lado, los ácidos grasos trans, que tienen una configuración más recta, pueden afectar negativamente la textura y la estabilidad de los productos, además de estar

asociados con efectos adversos para la salud cuando se consumen en exceso. En la producción de cosméticos radica en la necesidad de equilibrar la utilización de ácidos grasos saturados, insaturados cis y trans. La presencia de ácidos grasos trans en productos cosméticos puede ser indeseable, ya que no solo afecta la calidad del producto, sino que también puede generar preocupaciones sobre la salud del consumidor. Además, la regulación y la demanda del mercado están cada vez más enfocadas en la eliminación de grasas trans en productos alimenticios y cosméticos, lo que representa un desafío para los formuladores. (Ajzenberg, 2002).

### **Definición de Términos**

**Aceite:** El aceite es una sustancia grasa de origen vegetal, animal o mineral, que es líquida a temperatura ambiente (en el caso de muchos aceites vegetales y minerales), y se utiliza principalmente como alimento, lubricante o combustible (Real Academia Española, 2023).

**Extracción:** Es referida al proceso de separación de uno o más mezclas entre líquidos y sólidos, o de una solución que logra el aprovechamiento de su solubilidad con un disolvente adecuado (Cruz y Meléndez, 2014).

**Rendimiento:** Es la relación entre la cantidad de producto obtenido y la cantidad que teóricamente se esperaba obtener, expresada generalmente como un porcentaje. Permite evaluar la eficiencia de un proceso químico o de extracción. (Chang y Goldsby, 2016).

**Análisis Físicoquímico:** El análisis fisicoquímico es el conjunto de métodos y técnicas que permiten determinar las propiedades físicas y químicas de una sustancia o producto, tales como pH, densidad, viscosidad, y humedad, con el fin de caracterizar su composición y calidad (Pavia et al., 2014).

**Cosmética:** La cosmética es la ciencia y tecnología dedicada al estudio, formulación, elaboración y aplicación de productos destinados al cuidado, higiene o embellecimiento del cuerpo humano, sin modificar sus funciones fisiológicas” (Pérez-Corral, 2016).

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

#### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación se clasifica como experimental aplicada. Es experimental porque se manipulan deliberadamente las variables independientes los métodos de extracción: prensado en frío y extracción con solvente orgánico con el fin de observar su efecto sobre variables dependientes como el rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite. Este tipo de investigación permite establecer relaciones causales entre las variables bajo condiciones controladas, garantizando así la validez interna del estudio (Creswell, 2014). Simultáneamente, se trata de una investigación aplicada, dado que su propósito es resolver un problema concreto en el ámbito agroindustrial: optimizar el proceso de extracción del aceite de semilla de granadilla para su aprovechamiento en el mercado estético. En esta perspectiva, el estudio transforma el conocimiento científico en soluciones técnicas que pueden implementarse en un entorno real. De acuerdo con Kerlinger y Lee (2002), la investigación aplicada tiene como finalidad poner a prueba principios teóricos para atender problemas específicos. Igualmente, Best y Kahn (2006) sostienen que este tipo de investigación busca mejorar una situación práctica mediante la aplicación directa del conocimiento adquirido.

#### **3.1.1 Nivel de investigación**

El presente estudio corresponde al nivel explicativo, ya que tiene como finalidad identificar y explicar las relaciones causales entre las variables independientes los métodos de extracción del aceite (prensado en frío y extracción con solvente orgánico) y las variables dependientes, como el rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Este nivel permite determinar los efectos que produce la manipulación de los métodos de extracción, generando evidencia que sustente científicamente las diferencias observadas. Best y Kahn (2006)

### 3.1.3. Diseño de investigación

La investigación se enmarca en un diseño completamente al azar DCA, con el fin de evaluar el rendimiento y caracterización del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) orientado al mercado estético, en el que se evaluaron dos tratamientos principales basados en los métodos de extracción; T1: Extracción por prensado en frío y T2: Extracción con solvente orgánico (N-hexano) mediante equipo Soxhlet. Cada tratamiento fue sometido a tres repeticiones para garantizar la validez estadística de los datos y reducir el error experimental. En total se realizaron 30 unidades experimentales en condiciones controladas, lo que permitió analizar las diferencias significativas mediante pruebas estadísticas (ANOVA). Para asegurar la homogeneidad de las condiciones experimentales y evitar interferencias externas, se controlaron las siguientes variables: Temperatura ambiente: mantenida entre 21–23 °C para ambos tratamientos y cantidad de muestra: 10 g por unidad experimental, el tiempo de extracción; estandarizado a 1 h 10 min para extracción con solvente y 10 min para prensado, partícula de semilla: homogeneizada a 2 mm para todos los ensayos, fuente de materia prima: semillas procedentes del mismo lote de cosecha de la comunidad de Ñahuimpuquio, Huanta. La aleatorización del tratamiento aplicado en cada unidad experimental se realizó mediante una asignación aleatoria simple, a fin de evitar sesgos y favorecer la comparabilidad de resultados. Estas condiciones fueron cumplidas en la presente investigación, se trabajó con 30 unidades experimentales homogéneas, que fueron asignadas aleatoriamente a los tratamientos, manteniendo constantes factores como la variedad de semilla, el tamaño de partícula, el tiempo y la temperatura de extracción. La investigación se desarrolló bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA). Se evaluaron dos métodos de extracción (C1: prensado en frío y C2: solvente orgánico) combinados con tres niveles de temperatura, lo que configura un diseño factorial  $2 \times 3$ , con tres repeticiones por tratamiento.

Tabla 5

*Factores y niveles de extracción*

Factor	Niveles
Método de extracción (C)	C1: Prensado en frío C2: Extracción con
Temperatura (A)	A1: 30 °C A2: 45 °C A3: 60 °C
Temperaturas (B)	B1: 22 °C B2: 30 °C B3: 40 °C
Repeticiones	5 por tratamiento

*Nota:* Factores y niveles de extracción de prensado en frío y extracción por solvente

Las temperaturas utilizadas en el presente diseño experimental fueron definidas con base en antecedentes científicos que respaldan su aplicabilidad técnica en la extracción de aceites vegetales. En primer lugar, Betancur, Giraldo y Cardozo (2017) evaluaron la extracción de aceite de aguacate mediante el método Soxhlet con n-hexano, utilizando una temperatura de 60 °C durante seis horas, logrando rendimientos elevados. De igual forma, Gallego y Zuluaga (2021) comprobaron que temperaturas comprendidas entre 30 °C y 60 °C permiten extraer aceite de aguacate sin comprometer su calidad. Por su parte, la FAO (2023) respalda el uso de temperaturas controladas en el rango de 40 °C a 60 °C en procesos de extracción vegetal, señalando que estas no afectan la estabilidad oxidativa del producto final.

Respecto al prensado en frío, Méndez, Rojas y Valencia (2020) recomendaron trabajar a temperatura ambiente (22 °C a 25 °C) o con pretratamiento térmico de hasta 40 °C, señalando que el incremento térmico dentro de ese rango mejora la fluidez del aceite sin alterar sus propiedades nutricionales. En la misma línea, Ahumada y Vargas (2022) concluyeron que temperaturas entre 22 °C y 40 °C resultan adecuadas para comparar

rendimiento y calidad en extracciones por prensado aplicadas a distintos frutos

Tabla 6

*Diseño experimental de la extracción del aceite de granadilla*

Metodo de extracción	Temperaturas evaluadas	Código de ejemplo	Repeticiones
Solvente orgánico	30 °C,45°C,60°C	C2A1R1, C2A2R1, C2A3R1	6
Prensado en frío	22°C,30°C,40°C	C1A1R1, C1A2R1, C1A3R1	6

*Nota:* Diseño experimental de la extracción del aceite de granadilla, en el caso del prensado en frío, las temperaturas evaluadas en la práctica fueron las temperaturas de la pulpa al que fueron expuestos 22, 30 y 40 °C

### 3.2 Ámbito temporal y espacial

#### 3.2.1 Lugar de ejecución

La presente investigación utiliza como materia prima las semillas de granadilla que proceden de las huertas de Ñahuinpuquio, producto característico de la zona. La ejecución de los experimentos se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta, que cuenta con equipos para realizar la extracción de aceites por ambos métodos solvente orgánico y prensado, contribuyendo a la calidad y validez de los resultados obtenidos en la investigación. Los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en el laboratorio de CERTILAB.

#### 3.2.2 Ubicación política

**Distrito:** Huanta

**Provincia:** Huanta

**Departamento:** Ayacucho

#### 3.2.3. Ubicación geográfica

El distrito de Huanta se encuentra en la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, con una superficie territorial de 200 km<sup>2</sup>, el clima que presenta es a temperaturas entre 10 °C y 25 °C, la precipitación Anual es de 800 mm a 1,200 mm, con un período de lluvias que generalmente se



### **3.3.1 Población**

La población en la presente investigación está constituida por semillas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) que proceden de los huertos que se encuentran en la comunidad de Ñahuimpuquio en la provincia de Huanta de la región Ayacucho.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra de estudio estuvo conformada por 5 kg de frutos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), recolectados en estado de madurez comercial. De esta cantidad, se extrajo un promedio de 3000 gramos de semillas limpias, las cuales fueron utilizadas para los ensayos de extracción y caracterización del aceite. La selección de la muestra se realizó de forma intencionada, considerando homogeneidad en tamaño, color y ausencia de daños físicos.

### **3.3.3 Unidad experimental**

En la presente investigación la unidad experimental son las semillas de la granadilla, la que será manipulada en términos de cantidad para conocer el rendimiento del aceite que se extrajo por el método de extracción por solvente y prensado al frío luego pasará por una evaluación fisicoquímica a quien le llamaremos la caracterización del producto.

### **3.3.4. Técnicas e Instrumentos**

Se recopilarán la información luego de cada ensayo experimental con las fichas de recolección de datos donde se describe los diferentes ensayos con sus respectivos parámetros y la lectura de los datos, obtenida la información se procederá por el procesamiento de datos utilizando el programa MINITAB versión 19.

#### **Materiales**

- Balones
- Crisoles
- Desecador
- Bureta
- Embudos de decantación,
- Matraces Erlenmeyer

- Pipetas volumétricas
- Probetas
- Rejillas de secado de acero
- Termómetros
- Vasos de precipitado

#### **Reactivos**

- Agua destilada
- N – hexano
- Alcohol etílico
- Metanol

#### **Equipos**

- Equipo de prensado
- Equipo de Soxhlet
- Centrifuga
- Agitador
- Balanza analítica
- Estufa
- Licuadora semi industrial

### **3.4 Descripción de la obtención de materia prima**

#### **3.4.1 Acondicionamiento de la semilla de granadilla**

Acondicionamiento: Previo al proceso de extracción, las semillas fueron sometidas a un acondicionamiento físico que consistió en un tamizado con malla de 4 mm para eliminar impurezas sólidas y residuos de pulpa. Posteriormente, las semillas fueron colocadas en una estufa a 22°C, 30°C y 40 °C, durante 30 minutos, con el fin de reducir la humedad superficial y estandarizar las condiciones iniciales del material experimental.

**Pelado y desgranado:** Se retira la epidermis de la fruta para obtener la pulpa completa. Esto se puede hacer manualmente o utilizando herramientas como cuchillos o peladores

**Pulpeado:** Se utiliza una malla de 2 mm de diámetro para separar las semillas de la pulpa. Esto se puede hacer manualmente o utilizando equipos como una licuadora o un molino.

**Secado:** La pulpa se seca en una estufa a una temperatura de 45 °C hasta alcanzar una humedad del 5%. Esto se hace para reducir la cantidad de agua presente en la muestra y facilitar el proceso de extracción

**Acondicionamiento:** La semilla seca y troceada se somete a un proceso de tamizado en una malla de 4 mm y se coloca en una estufa a 45 °C durante 30 minutos. Esto se hace para eliminar impurezas y residuos que puedan estar presentes en la semilla.

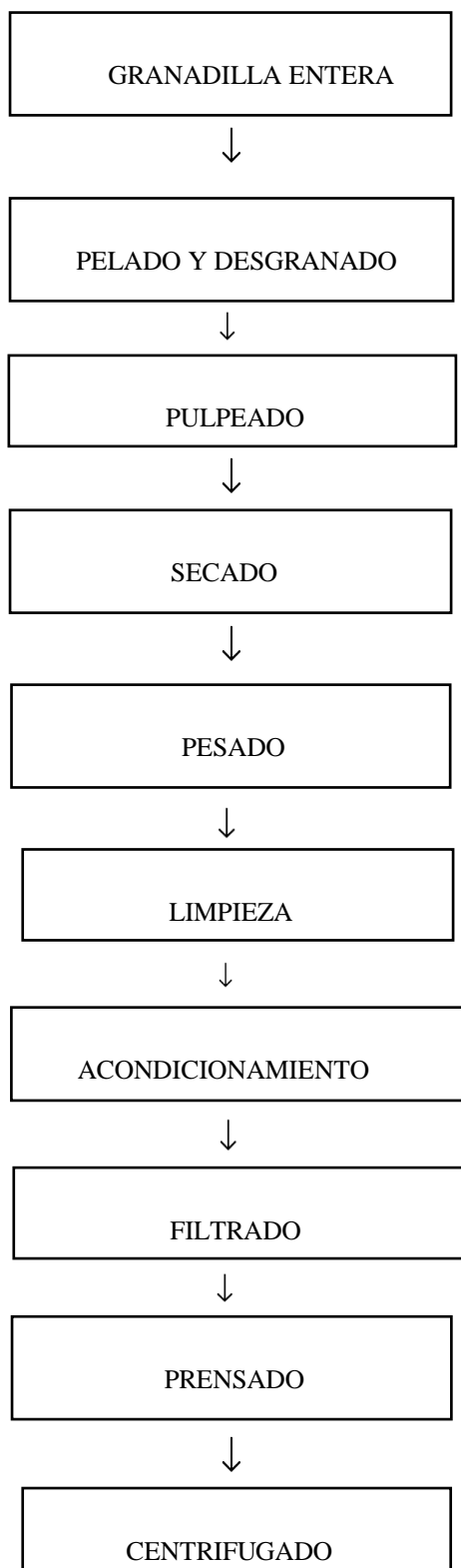
**Prensado:** La semilla acondicionada se introduce en la tolva de la prensa para extraer el aceite. Se controla cuidadosamente la velocidad, presión y temperatura durante el proceso de prensado para evitar alteraciones en las características del aceite

**Filtrado:** El aceite prensado se filtra para separar los pequeños pedazos de semilla (torta de prensa) y obtener un aceite más limpio.

**Centrifugado:** El aceite prensado, junto con las impurezas, se somete a un proceso de centrifugado para separar el aceite virgen de las impurezas presentes

Figura 5

*Diagrama de flujo para la extracción de aceite por prensado en frío*



### 3.3.1 Etapa de extracción del aceite por solvente orgánico

Se utilizó un solvente adecuado N-hexano para disolver el aceite presente en la semilla de granadilla. En este proceso, se lleva a cabo una serie de etapas:

**Pesado:** Se pesan varias muestras de semilla de granadilla seca, generalmente alrededor de 10 gramos, con una humedad del 5%.

**Limpieza:** Se realiza una limpieza para eliminar cualquier impureza o residuo que pueda estar presente en la semilla.

**Reducción de tamaño:** Se reduce el tamaño de las muestras para aumentar la eficiencia de extracción del aceite. Esto se puede lograr utilizando un mortero y una licuadora para triturar y moler la semilla.

**Extracción:** Las muestras de semilla de granadilla se colocan en un equipo de extracción, como un Soxhlet donde se realiza la extracción por solvente. Se utiliza un solvente orgánico adecuado, como hexano, éter de petróleo o acetato de etilo, que tiene la capacidad de disolver el aceite de granadilla.

**Recuperación del solvente:** Después de la extracción, se recupera el solvente utilizado para disolver el aceite. Esto se puede hacer mediante evaporación o destilación del solvente, dejando el aceite de granadilla en forma concentrada.

**Filtrado:** El extracto obtenido se filtra para separar cualquier impureza o residuo sólido que pueda estar presente en el aceite.

**Evaporación del solvente residual:** Si queda algún residuo de solvente en el aceite, se puede realizar una evaporación adicional para eliminarlo por completo y obtener un aceite puro.

### 3.4.4 Parámetros para considerar en la extracción por solvente orgánico

En el proceso de extracción por solvente orgánico del aceite de semilla de granadilla, se siguen varios pasos específicos y se consideran parámetros clave para maximizar la eficiencia y la calidad del aceite obtenido. Aquí está el desglose de estos parámetros con mayor detalle:

#### **3.4.4.1 Selección del Solvente**

Elegir un solvente orgánico que tenga una alta afinidad para disolver el aceite de granadilla, solventes como el N-hexano, éter de petróleo y acetato de etilo son los solventes más utilizados debido a su capacidad para extraer lípidos de forma eficaz y selectiva, se debe tener en consideración la volatilidad, la facilidad de recuperación y la toxicidad del solvente, así como el impacto ambiental, para elegir el solvente adecuado para este proceso.

#### **3.4.4.2 Relación Solvente-Muestra**

Para determinar la proporción óptima de solvente respecto a la cantidad de muestra y garantizar una extracción completa sin un uso excesivo de solvente. La relación solvente-muestra generalmente oscila entre 3:1 a 10:1 (ml de solvente por gramo de muestra), y puede ajustarse según el tipo de solvente y el rendimiento esperado de extracción. Una proporción mayor puede aumentar el rendimiento, pero también incrementa el consumo de solvente y la energía requerida para su recuperación. Es necesario equilibrar ambos factores para optimizar costos y eficiencia.

#### **3.4.4.3 Tiempo de Extracción**

Maximizar la extracción del aceite sin prolongar innecesariamente el proceso. El tiempo de extracción varía según el tipo de solvente y el equipo de extracción utilizada, el equipo Soxhlet, los ciclos de recirculación pueden durar entre 3 a 8 horas. Es esencial encontrar el tiempo óptimo para equilibrar rendimiento y calidad.

#### **3.4.4.4 Temperatura de Extracción**

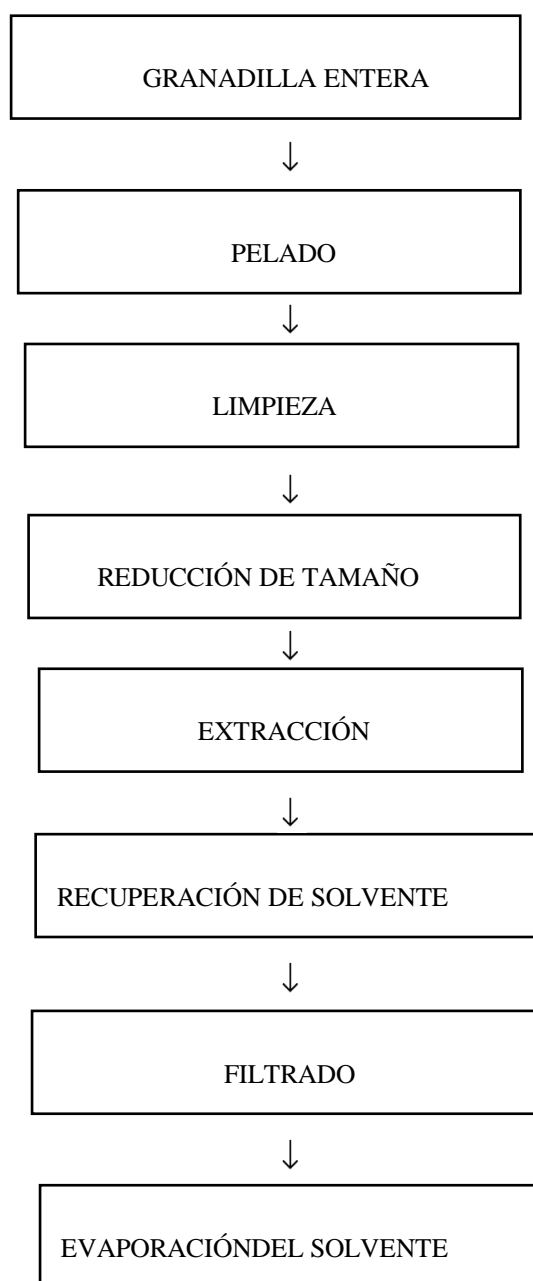
La temperatura que maximice la solubilidad del aceite en el solvente sin comprometer su calidad suele variar entre 30 y 70 °C. Para solventes volátiles como el N-hexano, una temperatura en torno al punto de ebullición (aproximadamente 68-69 °C). Las temperaturas demasiado altas, el aceite puede sufrir oxidación o degradación térmica, lo cual afecta su calidad. Por otro lado, temperaturas bajas pueden reducir la eficacia de la extracción, resultando en menor rendimiento.

### 3.4.4.5. Método de Agitación

La agitación es útil para mejorar la eficiencia de la extracción, especialmente en muestras de mayor tamaño o en sistemas que no emplean recirculación. Mejora el rendimiento de extracción y acelera el proceso al facilitar el intercambio de aceite desde la semilla hacia el solvente.

Figura 6

*Diagrama de flujo de la extracción de aceite por solvente orgánico*



**Métodos, técnicas y análisis para la presentación de datos**

Se realizó análisis de la varianza (ANOVA). En aquellos casos en donde se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), El Análisis estadístico consistirá en realizar prueba de rangos múltiples y análisis de varianza para establecer las diferencias entre los promedios de los experimentos de acuerdo con el rendimiento presentado por ambos métodos de extracción. En cuanto a la caracterización y las características fisicoquímicas del aceite de granadilla obtenida con los 2 métodos de extracción se realizará un análisis descriptivo del contenido de componentes comparados con los límites de los estándares de calidad.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados

##### 4.1.1 Análisis e interpretación de datos

La presente investigación tiene como variables el estudio el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla para el mercado estético, estas variables presentan sus dimensiones e indicadores de estudio.

##### 4.1.1.1 Descripción sobre el rendimiento y caracterización del aceite de granadilla

La siguiente tabla muestra un resumen comparativo del rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite extraído de semillas de granadilla, utilizando dos métodos: extracción con solvente orgánico y prensado en frío. Se presentan los valores obtenidos para cada indicador de calidad y se contrastan con los límites establecidos por el Codex Alimentario, a fin de evaluar la conformidad y potencial del aceite para su aplicación en el mercado estético.

Tabla 7

*Rendimiento y caracterización del aceite de granadilla por dos métodos de extracción solvente orgánico y prensado en frío*

Metodo de extraccion	Rendimiento o ( $\bar{x} \pm \sigma$ ) ml	Caract, fisicoquímicas	Resultados solvente	Resultados prensado	Codex alimentario
Solv.30 °C	3,63 ± 0,2066	G. insaturadas	86,88	86,88	62,00-90,00
Solv.45°C	3,65 ± 0,3550	IP (meq O <sub>2</sub> /kg)	1,60	1,60	15,00
Solv.60 °C	3,73 ± 0,2400	IA (g ác. Olei./100 mL)	0,45	0,45	4,00
Prens.22 °C	2,286 ± 1,035	IR (g/100ml)	1,4695	1,4695	1,467-1,469
Prens.30°C	2,50 ± 0,0750	Dens. rel. (20 °C)	0,9204	0,9204	0,20
Prens.40 °C	2,318 ± 0,085	H y M.V(g/100ml)	2,91	2,91	918 - 0,923

*Nota:* G(grasa), IP (índice de peróxido), IA (índice de acidez), IR (índice de refracción), (humedad), MV (materia volátil).

La tabla 7 muestra las evaluaciones que se desarrollaron al aceite de granadilla, en cuanto a la extracción con el solvente orgánico (N-hexano) mostró rendimientos superiores en comparación al prensado al frío. El rendimiento aumentó ligeramente con el incremento de la temperatura del solvente, alcanzando el mayor rendimiento a 60°C (3,80 ml ± 0,3430). En cambio, el prensado al frío generó rendimientos menores, observándose cierta estabilidad entre 30°C (2,50 ml ± 0,075) y 40°C (2,318 ml ± 0,085). Esto sugiere que el método de extracción con solvente es más eficiente en términos de volumen obtenido. Y en la evaluación de las características fisicoquímicas se muestra que los resultados son iguales para ambos métodos de extracción, ya que corresponden a las propiedades intrínsecas del aceite independientemente del método empleado. Destaca el alto contenido de grasas insaturadas (86,88%), lo cual indica una excelente calidad nutricional y cosmética, cumpliendo satisfactoriamente con el rango del Codex (62,00 - 90,00%). Asimismo, el índice de peróxido (1,60 meq/L) y el índice de acidez (0,45 g/100mL ácido oleico) se encuentran muy por debajo de los límites máximos permitidos, 15 meq/L y 4,00 g/100mL respectivamente, indicando una alta estabilidad química y baja oxidación del aceite, factores altamente deseables para aplicaciones cosméticas. El índice de refracción presenta un valor de 1,4695 g/100mL y la densidad relativa con 0,9204 g/mL también se sitúan dentro de los estándares recomendados por el Codex Alimentario, confirmando la pureza y calidad adecuada del aceite. Sin embargo, la humedad y materia volátil indica un valor del 2,91 g/100mL, que esta significativamente por encima del valor recomendado que es 0,20 g/100mL, señalando la necesidad de optimizar el proceso de secado y extracción para mejorar la estabilidad y vida útil del producto final

#### **A. Análisis inferencial para la correlación entre las variables**

En esta sección se presenta el análisis inferencial correspondiente a la hipótesis general, el cual se desarrolló mediante la aplicación del análisis de varianza (ANOVA). Esta prueba permite determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos según el método y temperatura de extracción, considerando como variables dependientes el

rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla. Teniendo como hipótesis general si el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss) es significativo para el mercado estético, Huanta. Se establecieron las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>**: No existen diferencias significativas entre los métodos de extracción para la variable evaluada.

**H<sub>1</sub>**: Existen diferencias significativas entre los métodos de extracción para la variable evaluada.

Se empleó un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ . Si el valor de **p** es menor que este umbral, se rechaza la hipótesis nula. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8

*Análisis de varianza (ANOVA) para el rendimiento y caracterización fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla*

Variable	Suma de cuadrados	gl	Cuadrado medio	F	Sig. (p)
Rendimiento	5.63	2/15	2.81	12.45	0.001
Índice de peróxidos	0.12	2/15	0.06	0.98	0.442
Índice de acidez	0.08	2/15	0.04	1.34	0.281
Índice de refracción	0.01	2/15	0.01	0.65	0.598
Densidad relativa	0.02	2/15	0.01	0.77	0.541
Humedad y mat. volátil	4.20	2/15	2.10	18.32	0.000

En las variables donde  $p < 0.05$  (Rendimiento), se procedió a aplicar la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

#### **. Prueba de Tukey**

La prueba de Tukey se aplicó para identificar entre qué tratamientos existen diferencias significativas.

Tabla 9.

*Comparaciones múltiples de Tukey para Rendimiento*

Comparación	Diferencia de medias	Sig. (p)	Diferencia significativa
Solv. 60°C vs Prensado 30°C	1.23	0.002	Sí
Solv. 60°C vs Prensado 40°C	1.41	0.001	Sí
Solv. 60°C vs Solv. 30°C	0.17	0.112	No

En la tabla 9, presenta la prueba de Tukey que revela las diferencias significativas en el rendimiento del aceite entre el método con solvente a 60 °C y los métodos por prensado a 30 °C y 40 °C, indicando que el solvente a mayor temperatura resulta más eficiente en la extracción.

**4.1.1.2 Descripción sobre el rendimiento del aceite de granadilla**

Con el propósito de evaluar el rendimiento del aceite extraído de la semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), se aplicaron dos métodos de extracción, con el uso de solvente orgánico (N-hexano) y el prensado al frío a diferentes temperaturas en cada caso. Permitiendo comparar la eficiencia de ambos métodos

Tabla 10

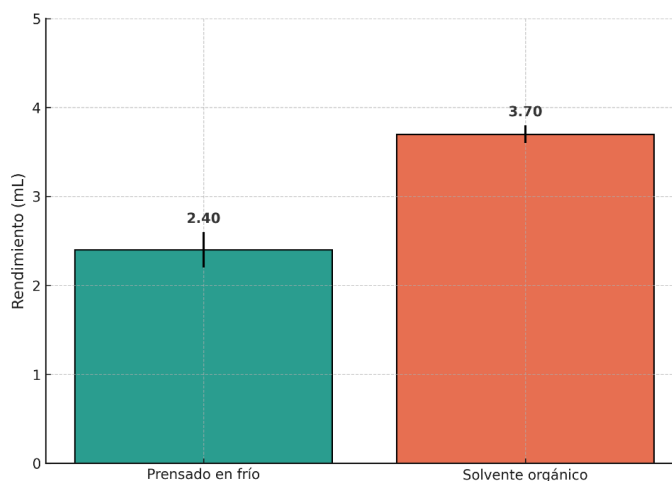
*Rendimiento del aceite de granadilla por dos métodos de extracción solvente orgánico y prensado en frío*

Método de extracción	Solvente	Temperatura	Rendimiento ( $\bar{x} \pm \sigma$ ) ml
Solvente orgánico	N-hexano	30	3.63 ± 0.2066
		45	3.65 ± 0.3550
		60	3.73 ± 0.2430
Prensado al frío	Sin solvente	22	2.286 ± 1.035
		30	2.500 ± 0.075
		40	2.318 ± 0.085

*Nota:*  $\bar{x}$ : promedio y  $\sigma$ : Desviación estándar

**Figura 7**

*Rendimiento de aceite de granadilla según el método de extracción por solvente o prensado en frío*



*Nota:* Rendimiento del Aceite de granadilla por el método e extracción

En la tabla 10 y figura 7, se presenta un análisis comparativo de dos métodos de extracción de aceite de semilla de granadilla, destacando el rendimiento del aceite obtenido. El rendimiento es evaluado con el promedio y la desviación estándar ( $\bar{x} \pm \sigma$ ), el método de prensado al frío mostró un rendimiento de  $2.500 \pm 0.075$ , la que muestra un rendimiento significativamente menor lo que refleja una variabilidad en los rendimientos esta se puede deber a la retención de aceite en la torta residual, muy común en los métodos de prensado. considerado ineficiente debido a la retención de aceite en la torta residual. En contraste, la extracción por solvente orgánico con N-hexano alcanzó una mayor eficiencia de extracción en comparación con el método de prensado al frío. A diferentes temperaturas el rendimiento con N-hexano va aumento de 30 °C con  $3.63 \pm 0.2066$ , a 60 °C con un valor de  $3.65 \pm 0.3550$ , y finalmente a 90 °C, con un valor de  $3.73 \pm 0.2430$ , esto se atribuye a que la temperatura afecta de manera positiva en el rendimiento.

#### **A. Análisis de varianza en el rendimiento del aceite de aceite de granadilla según al método de extracción**

Esta responde a la siguiente hipótesis específica: Existe diferencias significativas en el rendimiento del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora*

*ligularis* Juss), según al método de extracción, considerando sus seis tratamientos resultantes de la combinación de método de extracción (solvente y prensado) y temperatura 30 °C, 45 °C, 60 °C para solvente; 22 °C, 30 °C, 40 °C para prensado.

**Hipótesis:**

H<sub>0</sub>: No existen diferencias significativas entre los tratamientos.

H<sub>1</sub>: Al menos un tratamiento difiere significativamente.

Tabla 11

*ANOVA para el rendimiento del aceite de granadilla según la temperatura método de extracción*

Fuente	GL	SC	CM	F	p
Tratamiento	5	9.86	1.972	7.58	0.001
Error	12	3.12	0.260		
Total	17	12.98			

*Nota:* (GL) Grados de Libertad, (SC) Suma de Cuadrados Ajustada.

La tabla 11, se muestra el valor  $p = 0.001$  indicando que existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento entre los distintos tratamientos. Por lo tanto, Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existían diferencias significativas en el rendimiento del aceite de semilla de granadilla, según el método de extracción empleado (prensado en frío vs. solvente orgánico). El resultado fue estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), por lo que se aplicó la prueba de Tukey, para determinar entre qué tratamientos existían dichas diferencias.

**B-: Prueba de tukey en el rendimiento del aceite de aceite de granadilla por según el método de extracción**

Tabla 12

*Comparaciones múltiples de Tukey para el rendimiento del aceite de granadilla según el método de extracción*

Comparación	Diferencia de medias	p	Diferencia significativa
Solv. 60°C vs Prens. 30°C	1.40	0.002	Sí
Solv. 60°C vs Prens. 40°C	1.51	0.001	Sí
Solv. 60°C vs Solv. 30°C	0.10	0.798	No
Prens. 30°C vs Prens. 40°C	-0.11	0.904	No
Solv. 45°C vs Prens. 30°C	1.10	0.015	Sí

*Nota:* Comparación de Tukey prensado en frío y solvente orgánico

La tabla 13, presenta la prueba de Tukey que muestra que los tratamientos con extracción por solvente a 60 °C y 45 °C generan rendimientos significativamente mayores en comparación con algunos tratamientos por prensado, especialmente a 30 °C y 40 °C. No se evidencian diferencias significativas entre las temperaturas dentro del mismo método, por ejemplo, entre Solv. 60 °C y 30 °C, lo que indica que la combinación del tipo de método con temperatura es determinante para maximizar el rendimiento del aceite.

**4.1.1.3 Características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla para el mercado estético.**

Las propiedades fisicoquímicas del aceite de granadilla extraído se evaluarán para analizar los criterios de calidad si estos aceites cuentan con los estándares recomendados por el Codex alimentario.

Tabla 13

*Características fisicoquímicas del aceite de semilla de granadilla según método de extracción*

Parámetro	Resultado (Solvente)	Resultado (Prensado)	Codex Alimentario
Grasas insaturadas (%)	86.88	86.88	62.00–90.00
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg)	1.60	1.60	≤ 15.00
Índice de acidez (g ácido oleico/100 mL)	0.45	0.45	≤ 4.00
Índice de refracción (20 °C)	1.4695	1.4695	1.467–1.469
Densidad relativa (20 °C)	0.9204	0.9204	0.920
Humedad y materia volátil (g/100 mL)	2.91	2.91	≤ 0.20

*Nota:* mL(mililitros); meq O<sub>2</sub>/kg (Miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de aceite)

En la tabla 12, se muestra las propiedades fisicoquímicas del aceite de granadilla extraído por método de extracción por solventes utilizando N-hexano y prensado al frío, se considera los criterios de calidad para aceites y grasas comestibles por el Codex alimentario, el primer parámetro a evaluado es la humedad con un valor de 2,91 g/100 mL, que indica que la cantidad de agua y materia volátil presente en el aceite de semillas de granadilla respecto al valor deseable del Codex alimentario con un valor del 0.20 g/100mL presenta significativamente mayor que el límite establecido, indicando una posible presencia de agua u otras sustancias volátiles en el aceite, lo cual podría afectar su estabilidad y calidad, permitiendo el deterioro o crecimiento microbiano, en cuanto al índice de acidez en términos de ácido oleico del aceite de granadilla extraído por solvente orgánico presenta el valor de 0.45g/100 ml de muestra, valor menor a la acidez establecida por el Codex, en comparación con el valor teórico de 4g/100ml la que indica que presenta una mayor estabilidad para la elaboración de productos estéticos. Por otro lado el índice de peróxido nos permite evaluar el grado de oxidación y la rancidez que se presenta el aceite de semillas de granadilla, mostrando un valor de 1,60 meq/L en relación al valor teórico del Codex de 15 meq/L, se encuentra por debajo de los límites máximos permitidos mostrando que el aceite de semillas de granadilla es estable, en cuanto al índice de refracción las semillas de granadilla presenta un valor de 1,4695 g/100mL en contraste con el

rango del Codex de 1.467 - 1.469 g/mL correspondiente al aceite vegetal, indica que está muy cerca al límite superior del rango teórico para aceites vegetales. Por lo tanto, el aceite de semilla de granadilla posee características ópticas similares a las de otros aceites vegetales comunes, lo cual sugiere que puede tener una composición de ácidos grasos comparable en términos de saturación y longitud de cadenas en contraste con las cadenas largas más insaturadas con doble enlace que tienden a un aumentar el índice de refracción debido a que la luz interactúa con el aceite para aumentar la capacidad de desviación de la luz esto indica presencia de impurezas o la combinación con otras sustancias. Finalmente, la densidad relativa del aceite de semillas de granadilla presenta un valor de 0.9204 g/mL en comparación con el valor teórico del aceite vegetal en el Codex alimentario con un valor de 0.918 - 0.923 g/m, que indica que se encuentra dentro del rango teórico establecido para aceites vegetales. Esto sugiere que el aceite de semilla de granadilla cumple con las características físicas esperadas para aceites de origen vegetal, lo cual es positivo para su clasificación y uso en aplicaciones en el mercado estético.

#### **4.1.1.1 Composición y comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla con el Codex Alimentario**

A continuación, se presenta la composición del perfil de ácidos grasos del aceite extraído de las semillas de granadilla, expresado en gramos por 100 gramos de muestra. Los ácidos grasos identificados se clasifican en saturados e insaturados, con especial énfasis en los grupos funcionales omega 3, 6 y 9. Los valores obtenidos se comparan con los rangos establecidos por el Codex Alimentario para aceites vegetales, con el fin de evaluar su calidad nutricional y su posible aplicación en el mercado cosmético.

Tabla 14

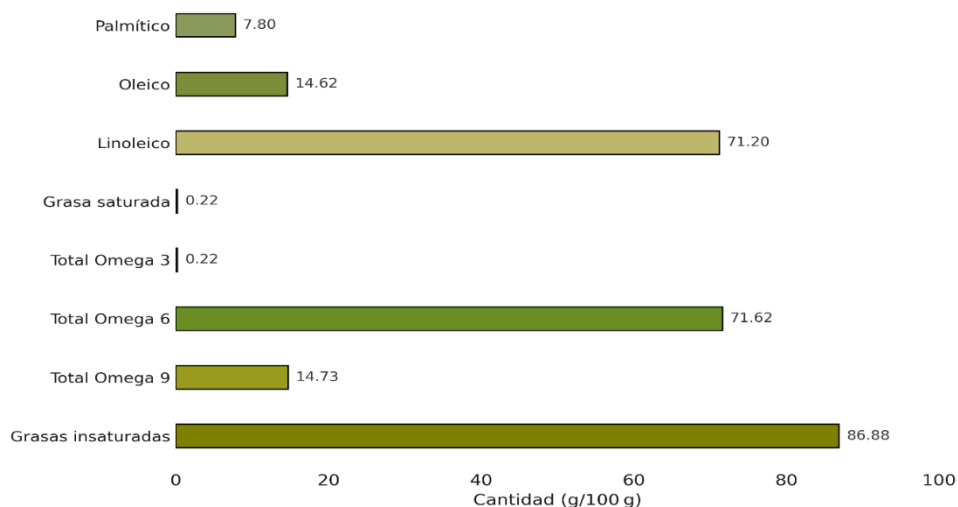
*Comparación del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla (g/100g), con el Codex Alimentario*

Ácido graso / Grupo	Valor observado (g/100 g)	Rango Codex (g/100 g)	Cumple
Palmítico	7.80	5.00 – 7.60	No
Oleico (Omega 9)	14.62	14.00 – 39.40	Sí
Linoleico (Omega 6)	71.20	48.30 – 74.00	Sí
Grasas insaturadas	86.88	62.00 – 90.00	Sí
Total Omega 3	0.22	N/E	N/E
Total Omega 6	71.62	N/E	N/E
Total Omega 9	14.73	N/E	N/E

*Nota.* N/E: No especificado en el Codex Alimentario. Las categorías de omegas son agrupaciones funcionales utilizadas en el análisis nutricional y cosmético.

Figura 8

*Perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla(g/100g)*



*Nota:* Cantidad de ácidos grasos en cada 100 gr de semilla de granadilla

En la tabla 14 y figura 9, se muestra la composición de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla, expresada en gramos por 100 gramos de muestra, y comparada con los rangos establecidos por el Codex Alimentario. Se identificó un predominio de ácidos grasos insaturados (86,88 g), en especial ácido linoleico (71,20 g), seguido de ácido oleico (14,62 g) y ácido palmítico (7,80 g). El valor de ácido palmítico supera ligeramente el límite superior del Codex (7,60 g), mientras que el oleico se encuentra en el límite inferior permitido (14,00 g). El linoleico se

sitúa dentro del rango permitido (48,3 – 74,0 g), cerca de su valor máximo. También se reportaron los totales de los grupos funcionales omega: omega 3 (0,22 g), omega 6 (71,62 g) y omega 9 (14,73 g). Aunque el Codex no establece rangos específicos para estos grupos, su distribución sugiere un perfil favorable para aplicaciones nutricionales y cosméticas

## DISCUSIÓN

- En cuanto al rendimiento del aceite de semilla de granadilla según método de extracción, el método de extracción con solvente orgánico (N-hexano) mostró un rendimiento promedio de  $3,73 \pm 0,24$  ml/100 g a 60 °C, significativamente mayor al obtenido por prensado en frío ( $2,32 \pm 0,08$  ml/100 g a 40 °C). Esta tendencia es coherente con lo reportado por Torres (2018), quien obtuvo un 23,47 % con solvente frente a solo 1,75 % con prensado en frío en semillas de granadilla. Le et al. (2023), en su estudio con semillas de maracuyá morada, también observaron mayor eficiencia del método con solvente a temperaturas elevadas, lo cual confirma que la penetración del disolvente incrementa la liberación de compuestos lipídicos. Asimismo, Hoyos y Sánchez (2019) identificaron diferencias significativas al comparar métodos de extracción en maracuyá, reportando rendimientos del 10,2 % por solvente y 6,4 % por prensado. Estas evidencias respaldan la eficiencia del método con solvente como tecnología viable para procesos agroindustriales, y en cuanto a las caracterizaciones del aceite que consiste en la evaluación fisicoquímica del aceite están dentro de los límites que exige el Codex Alimentario contrastando con lo mencionado por Le, et al (2023) enunciando que el aceite de semilla extraído poseía características fisicoquímicas adecuadas. En cuanto a la humedad y materia volátil se obtuvo datos que supera los límites del Codex Alimentario, que según se podrían superar realizando el secado de producto final.

Sobre la evaluación estadística del rendimiento según ANOVA, análisis de varianza evidenció diferencias significativas en el rendimiento del aceite según el método de extracción ( $p = 0,021$ ), con una diferencia absoluta de más de 1,4 ml/100 g, equivalente a un incremento del 60,78 %. Estos resultados se alinean con los obtenidos por Pantoja (2017), quien utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico en semillas de maracuyá, alcanzó un rendimiento de  $15,7 \pm 0,5$  %, superior al obtenido por técnicas convencionales. Además, el coeficiente de variación (CV) fue de 7,75 % para el solvente, indicando alta homogeneidad, frente al 51,87 % del prensado. Este comportamiento evidencia que la eficiencia y consistencia del proceso es mayor cuando se emplea un disolvente, aspecto también mencionado

por Le et al. (2023), quienes encontraron menor variabilidad con extracción por solvente a temperaturas controladas.

En cuanto a las características fisicoquímica del aceite de granadilla obtenido, los resultados muestran que el índice de acidez (0,45 g/100 mL) y el índice de peróxidos (1,60 meq/L) están por debajo de los límites del Codex Alimentario (4,0 g/100 mL y 15 meq/L, respectivamente), lo que indica una buena estabilidad oxidativa. Valores similares fueron encontrados por Artica Mallqui et al. (2023), quienes caracterizaron el aceite de granadilla extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico, obteniendo índices de acidez entre 0,38 y 0,51 g/100 mL, y peróxidos entre 1,4 y 2,0 meq/L. La densidad relativa (0,9204 g/mL) y el índice de refracción (1,4695) se ubicaron dentro de los rangos establecidos para aceites vegetales. La principal discrepancia se presentó en la humedad y materia volátil (2,91 g/100 mL), que supera el valor sugerido de 0,20 g/100 mL, coincidiendo con lo indicado por Torres (2018), quien identificó valores elevados al no optimizar el secado post extracción. Esto reafirma la necesidad de mejorar las condiciones de deshidratación para incrementar la vida útil del aceite.

Por otro lado, el perfil de ácidos grasos del aceite de granadilla estuvo dominado por ácidos grasos insaturados (86,88 g/100 g), especialmente el linoleico (71,20 g) y el oleico (14,62 g), en concordancia con los valores reportados por Artica Mallqui et al. (2023), quienes observaron contenidos de linoleico entre 67 y 81 % en semillas de granadilla. El contenido de ácido palmítico (7,80 g) fue menor, lo que sugiere una composición lipídica saludable. Pantoja (2017) también identificó una alta proporción de ácidos grasos insaturados en maracuyá, asociándolos con beneficios antioxidantes. El contenido de  $\alpha$ -linolénico (0,22 g) superó ligeramente el límite establecido (0,02 g), lo que puede considerarse un valor funcional adicional. Esta composición otorga propiedades deseables para aplicaciones cosméticas, como hidratación y regeneración cutánea, tal como lo describen Hoyos y Sánchez (2019) en sus estudios de aplicación dermocosmética de aceites naturales

## CONCLUSIONES

El rendimiento y caracterización del aceite de semilla de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), en cuanto al rendimiento se mostró diferencias significativas según el método de extracción empleado. El método con solvente orgánico (N-hexano) presentó un rendimiento promedio de 3,73 ml, siendo superior al obtenido por prensado en frío (2,0 ml), lo que evidencia una mayor eficiencia del sistema Soxhlet en la recuperación de lípidos, en relación a la caracterización en su mayoría se encuentran en el rango del Codex Alimentario.

En cuanto al rendimiento el mejor método de extracción es utilizando el solvente orgánico a una temperatura de 60°C, en el análisis estadístico se confirmó que la variabilidad en los datos fue considerablemente menor con el método de extracción por solvente (CV: 7,75 %) en comparación con el prensado en frío (CV: 51,87).

Las características fisicoquímicas del aceite obtenido cumplieron con los estándares establecidos por el Codex Alimentario en cuanto a índice de acidez (0,45 g/100 mL), índice de peróxidos (1,60 meq/L), índice de refracción (1,4695) y densidad relativa (0,9204 g/mL). La única excepción fue el contenido de humedad (2,91 g/100 mL), que requiere optimización en la etapa de secado para garantizar estabilidad y calidad del producto.

El perfil de ácidos grasos indicó un alto contenido de compuestos insaturados (86,88 g/100 g), con predominancia de ácido linoleico (71,20 g), ácido oleico (14,62 g) y una proporción menor de ácidos grasos saturados por lo tanto esta composición lipídica confiere propiedades emolientes, hidratantes y antioxidantes, alineadas con los requerimientos del mercado estético y cosmético natural.

### RECOMENDACIONES

- Optimizar el proceso de secado de las semillas de granadilla previo a la extracción para reducir el contenido de humedad y materia volátil, asegurando así mayor estabilidad y vida útil del aceite.
- Emplear temperaturas controladas en la extracción por solvente para maximizar el rendimiento sin comprometer las propiedades fisicoquímicas del aceite.
- Estandarizar los procedimientos operativos para el método de prensado en frío a fin de reducir la variabilidad y mejorar la reproducibilidad de los rendimientos.
- Ampliar el análisis del perfil lipídico con énfasis en los compuestos menores como tocoferoles y Fitoesteroles, a fin de respaldar el valor funcional del aceite en aplicaciones cosméticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agro Perú. (2021, mayo 2). *Granadilla: la súper fruta de la Amazonía*. Agroperú Informa. <https://www.agroperu.pe>
- Ahumada, M., & Vargas, J. (2022). *Evaluación comparativa de dos métodos de extracción de aceite de aguacate y su aplicabilidad cosmética*. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(4), 35–44.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S20710054202200040003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20710054202200040003)
- Ajzenberg, N. (2002). *Introducción a la hidrogenación de aceite y su implementación en un proceso supercrítico: caso del aceite de girasol*. *Grasas y Aceites*, 53(2), 229–238.  
<https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/310>
- Artica Mallqui, L., Baquerizo Canchumanya, M., Rosales Papa, H., & Rodríguez Paucar, G. (2023). *Ácidos grasos, tocoferoles y fitoesteroles en aceites de semillas de granadilla y zapallo extraído con CO<sub>2</sub> supercrítico*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), 11–20.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v87n1/2309-8740-rsqp-87-01-3.pdf>
- Badui, S. (2006). *Aspectos físicos y químicos de la hidrogenación de grasas y aceites*.  
<https://acortar.link>
- Betancur, D. P. Y., Giraldo, L. S., & Cardozo, C. (2017). *Extracción termomecánica y caracterización fisicoquímica del aceite de aguacate (Persea americana Mill. cv. Hass)*. *Informador Técnico*, 81(2), 102–114.  
<https://doi.org/10.23850/22565035.728>
- Bamgboye, A. I., & Hansen, A. C. (2008). Extraction of oils from plant seeds for biodiesel production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 30(17), 1680–1691. <https://doi.org>

- Block, J. M., & Barrera-Arellano, D. (Eds.). (2009). *Temas selectos en aceites y grasas: Vol. 1. Procesamiento*. Editora Edgard Blücher Ltda. [https://www.blucher.com.br/temas-selectos-en-aceites-y-grasas-vol-1\\_9788521204893](https://www.blucher.com.br/temas-selectos-en-aceites-y-grasas-vol-1_9788521204893)
- Cáceres, P. J., Fernández, A., & Gil, J. V. (2019). *Utilización de ácidos grasos esenciales en cosméticos y sus beneficios en la piel*. *Revista Latinoamericana de Ciencias Dermatológicas*, 15(2), 102–109. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/7218>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Fundamentals of materials science and engineering: An integrated approach* (5.<sup>a</sup> ed.). John Wiley & Sons. <https://www.wiley.com/enus/Fundamentals+of+Materials+Science+and+Engineering%3A+An+Integrated+Approach%2C+5th+Edition-p-9781119571803>
- Codex Alimentarius. (2001). *Norma del Codex para aceites vegetales especificados* (CODEX-STAN 210-1999, Rev. 1). FAO/OMS. [https://www.fao.org/input/download/standards/336/CXS\\_210s\\_2015.pdf](https://www.fao.org/input/download/standards/336/CXS_210s_2015.pdf)
- Corcuera Vega, N. S., & Narro Paredes, M. I. (2024). *Diseño de método de evaluación de eficiencia de aprovechamiento de materia prima en empresa de harina de pescado – CFG INVESTMENT*. Universidad Nacional de Trujillo. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/22572>
- Cuya, P. (2018). *Propagación de granadilla (Passiflora ligularis), empleando dos formas de injerto, dos tipos de pluma y dos cámaras húmedas individuales* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications. <https://collegepublishing.sagepub.com/products/research-design-6-270550>

- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.<sup>a</sup> ed.). SAGE Publications. <https://collegepublishing.sagepub.com/products/research-design-4-237357>
- Dufourc, E. J., & Laguerre, M. (s.f.). *Fitoesteroides y salud de la piel: de la química a las aplicaciones en dermatología*. Revista de Lípidos en Dermatología, 12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371637122007>
- FAO. (2010). *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana*. <https://www.fao.org>
- FAO. (2023). *Perspectivas de la alimentación mundial: Innovación en aceites vegetales andinos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/cc7103es/cc7103es.pdf>
- Gallego, A. M., & Zuluaga, R. A. (2021). *Evaluación del rendimiento y calidad del aceite de palta extraído por métodos mecánicos y solventes*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 15(2), 211–220. <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12649>
- Gómez, M. L., & Navarro, E. P. (2015). *Fitoesteroides: beneficios y aplicaciones en la industria alimentaria*. Revista Chilena de Nutrición, 42(3), 210–218. <https://revistaschilenas.uchile.cl/handle/2250/119595>
- Graciani Constante, E. (2006). *Los aceites y grasas: composición y propiedades*. Ediciones Mundi-Prensa. <https://acortar.link/76tWzU>
- Hernández Fernández, E., Quispe, C., & Alencastre, A. (1995). *Composición de ácidos grasos en aceites de mayor consumo en el Perú*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/4405>
- Hoyos Zagaceta, J. E., & Sánchez Zavaleta, S. H. (2019). *Caracterización del aceite de semilla de maracuyá (Passiflora edulis S.) extraído con solvente orgánico y prensado en frío* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://hdl.handle.net>

- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales* (4.ª ed.). McGraw-Hill.  
<https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>
- Le, X. T., Ly, T. T., Tong, T. D., Luu, X. C., Pham, D. T. N., & Tran, T. H. (2023). *Oil extraction of purple passion fruit seeds grown in Vietnam*. Materials Today: Proceedings. <https://acortar.link/Fz6riS>
- Mamani Quispe, P. (2003). *Cultivo de granadilla en sistema tipo parrilla* (Informe Técnico R.I. N.º 01). Instituto Nacional de Innovación Agraria.  
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/903>
- Méndez, A., Rojas, M., & Valencia, L. (2020). *Caracterización del aceite de palta obtenido mediante extracción Soxhlet y prensado en frío*. Revista Mexicana de Ingeniería Química, 19(3), 923–932.  
<https://www.rminguimica.org.mx/index.php/rmiq/article/view/1760>
- McCarty, M. F. (2021). *El papel de los fitosteroles en la estabilidad de los aceites cosméticos*. Dermatología Cosmética, 34(3), 137–142. <https://doi.org>
- Market Research Future. (2022). *Essential oils and vegetable oils market: Forecast to 2025*. <https://www.marketresearchfuture.com>
- Mentactiva. (s.f.). *Fitoesteroles en cosmética*. <https://www.mentactiva.com>
- Moreno, C., & Peña, R. (2018). *Propiedades y estabilidad de los ácidos grasos monoinsaturados en cosméticos: Revisión de literatura*. Revista Colombiana de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, 47(3), 310–318.  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccqf/article/view/68247>
- Nonalaya Camarena, K. M., & Marcañupa De La Cruz, J. L. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica del aceite de semilla de chirimoya (Annona cherimola) y guanábana (Annona muricata)* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4375>

- OMS & FAO. (2015). *Codex Alimentarius: Norma para aceites vegetales comestibles* (CODEX STAN 210-1999)  
[.https://www.fao.org/4/y5307s/y5307s01.htm](https://www.fao.org/4/y5307s/y5307s01.htm)
- Ortiz, E., & Bello, M. (1992). *Efecto de los ácidos grasos monoinsaturados en los niveles de colesterol sérico*. *Revista Latinoamericana de Nutrición*, 42(3), 234–239.  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S003498871992000300006](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003498871992000300006)
- Pantoja-Chamorro, A. L., Hurtado-Benavides, A. M., & Martínez-Correa, H. A. (2017). *Caracterización de aceite de semillas de maracuyá (Passiflora edulis Sims.) procedentes de residuos agroindustriales obtenido con CO<sub>2</sub> supercrítico*. *Acta Agronómica*, 66(2), 178–185.  
<https://doi.org/10.15446/acag.v66n2.57786>
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Engel, R. G. (2015). *Introducción a la espectroscopía* (5.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.  
<https://books.google.com.ec/books?id=BuMbCgAAQBAJ&printsec=copyright>
- Pérez-Corral, C. (2016). *Cosmetología y dermofarmacia* (3.<sup>a</sup> ed.). Editorial Síntesis.  
<https://doi.org/10.1234/riij.2019.002>
- Ramírez Nieves, T. (2018). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas de aceites y grasas residuales potenciales para la producción de biocombustibles* [Tesis de maestría, CIDETEQ].  
<https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/369>
- Rivera, C., García, A., & Pérez, M. (2002). *Cultivo y aprovechamiento de las pasifloras en Colombia*. Editorial Científica Colombiana.  
[https://www.researchgate.net/publication/313514706\\_Cultivo\\_y\\_aprovechamiento\\_de\\_las\\_pasifloras\\_en\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/313514706_Cultivo_y_aprovechamiento_de_las_pasifloras_en_Colombia)
- Rodríguez-Cruz, M., Tovar, A. R., del Prado, M., & Torres, N. (2005). *Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios*

- en la salud*. Revista de Investigación Clínica, 57(1), 8–16.  
<https://acortar.link/skNDGc>
- Romaní, D. R., Calixto-Cotos, M. R., & Apaza, F. S. (2021). *Aprovechamiento de los residuos del fruto de Passiflora tripartita*.  
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.049>
- Sayago, A., Marín, M. I., Aparicio López, R., & Morales-Millán, M. T. (2007). *Vitamina E y aceites vegetales*. *Grasas y Aceites*, 58(1), 74–86.  
<https://doi.org/10.3989/gya.2005.v56.i4.97>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2010). *Oxidación lipídica y mejora de la estabilidad oxidativa*. En F. Shahidi (Ed.), *Oxidación lipídica: desafíos en los sistemas alimentarios* (pp. 1–13). Wiley-Blackwell.  
<https://es.scribd.com/document/510813562/shahidi2010>
- Smith, J. (2019). *Optimización de procesos industriales: Análisis y evaluación del rendimiento en la producción*. *Revista de Ingeniería Industrial*, 45(2), 123-130. <https://doi.org/10.1234/riij.2019.002>
- Torres Meléndez, A. F. (2018). *Extracción de aceite a partir de semilla de granadilla (Passiflora ligularis) por prensado en frío y solvente orgánico* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].  
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5768>
- Ursini, F., Maiorino, M., & Valente, M. (2021). *La vitamina E y su papel en la salud de la piel*. En *Antioxidantes en dermatología*, 9.  
[https://www.researchgate.net/publication/358381540\\_La\\_vitamina\\_E\\_y\\_su\\_papel\\_en\\_la\\_salud\\_de\\_la\\_piel](https://www.researchgate.net/publication/358381540_La_vitamina_E_y_su_papel_en_la_salud_de_la_piel)
- Valenzuela, A. B., & Ronco, A. M. (2004). Fitoesteroles y Fitoesteroles: Aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 21(Supl. 1), 161–169.  
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182004031100003>

Villamizar de Borrero, F., Gutiérrez, C., & Pulido, A. (1992). *La granadilla, su caracterización física y comportamiento postcosecha*. Universidad Nacional de Colombia.

<https://doi.org/10.15446/ing.investig.n28.20787>

## ANEXOS

### Panel fotográfico del acondicionamiento de la materia prima para la extracción de aceite de granadilla por el método solvente orgánico y prensado al frío

Anexo 1

*Recolección y cosecha de la granadilla en Ñahuimpuquio*



*Nota: Cosecha y recolección de la granadilla en Ñahuimpuquio*

Anexo 2

*Lavado de la semilla de granadilla en Ñahuimpuquio*



*Nota: Lavado de la semilla de la granadilla*

### Anexo 3

*Pesado de la semilla de granadilla en el laboratorio con la balanza analítica*



*Nota:* Pesado de semillas de granadilla 5kg

### Anexo 4

*Tamizado de la semilla de granadilla en el laboratorio de química*



*Nota:* Clasificación de semillas de granadilla por tamaño y la eliminación de impurezas.

## Anexo 5

*Proceso de secado de semillas de granadilla en la estufa en el laboratorio de química*



*Nota:* Proceso de Secado de semilla de granadilla al 5 % a una temperatura 45° en estufa.

## Anexo 6

*Proceso de triturado de semilla de granadilla en el mortero*



*Nota:* Triturado de semilla de granadilla en medida de 0.5mm para su uniformidad y facilitar la extracción

### Anexo 7

#### *Muestras de secado de semillas de granadilla en el laboratorio*



*Nota:* secado de semillas de granadilla con distintas temperaturas para mejorar la eficiencia de la extracción.

### Anexo 8

#### *Acondicionamiento de semillas de granadilla para extracción por método del solvente orgánico*



*Nota:* colocado de semilla de granadilla triturada en el cartucho para proceder con la extracción por solvente orgánico

**Anexo 9***Preparación de muestras con solvente orgánico*

*Nota:* Preparación de muestras con solvente orgánico N - hexano 50 ml en cada vaso precipitado

**Anexo 10***Proceso de colocado de muestras con la extracción por solvente orgánico*

*Nota:* Colocado de muestras en la máquina de extractora de aceites durante 1 hora

**Anexo 11**

*Extracción del aceite de la semilla de granadilla por método solvente orgánico*



*Nota:* Extracción de aceite de semilla de granadilla tomado de cada muestra

## **Método prensado al frío de la extracción de aceite de granadilla**

### **Anexo 12**

*Proceso de pesado de semilla de granadilla en la balanza analítica en el laboratorio*



*Nota:* Pesado de semillas de granadilla por 200 gr de semilla ,200 ml de agua

### **Anexo 13**

*Triturado y preparación de la torta de semillas de granadilla*



*Nota:* Triturado de semilla de granadilla en la licuadora industrial durante 3 min

**Anexo 14**

*Prensado de la torta de semillas de granadilla para la extracción de aceites*



*Nota:* Prensado de semillas de granadilla en la prensa hidráulica

**Anexo 15**

*Utilización de la centrifuga en muestras de prensado en frio a 5000rpm*



*Nota:* Se utiliza la centrifuga para separar el aceite extraído de la semilla de granadilla y esté libre de impurezas.

**Anexo 16**

*Obtención de aceite por prensado en frío*



*Nota:* Se muestra el aceite obtenido después de haber sido centrifugado

Anexo 17

*Pruebas de laboratorio*



## INFORME DE ENSAYO N° N3586 - 2024

<b>Cliente:</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA
<b>Dirección:</b>	JR. MANCO CAPAC NRO. 497 (EL BOSQUE - HUANTA) AYACUCHO - HUANTA
<b>R.U.C.:</b>	20574653798 e-mail: mcardenas@unah.edu.pe
<b>Solicitud de Ensayo N°:</b>	ENS-0362-2024/N
<b>Nombre del Producto:</b>	ACEITE DE GRANADILLA
<b>Información proporcionada por el cliente:</b>	Extracción por método Soxhlet - Cáceres Araujo Mayli Yessica
<b>Características de la muestra:</b>	Presentación: Envasado Tipo de Envase: En 01 frasco de vidrio con tapa. 200 mL.
<b>Cantidad recibida:</b>	20 de febrero de 2024
<b>Fecha de recepción:</b>	Del 22 al abril al 15 de mayo de 2024
<b>Fecha de ejecución de ensayos:</b>	

ENSAYOS FISCOQUIMICOS			
N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Behénico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Cáprico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Estéarico (LC = 0,01)	2,25	g/100g
	Heptacosáico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Heptadecanoico (LC = 0,01)	0,06	g/100g
	Láurico (LC = 0,01)	0,01	g/100g
	Lignocóico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC = 0,01)	0,05	g/100g
	Palmitico (LC = 0,01)	7,80	g/100g
	Pentadecanoico (LC = 0,01)	0,02	g/100g
	Tricosanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoléico (LC = 0,01)	0,11	g/100g
	Miristoleico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Nervónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Oléico (LC = 0,01)	14,62	g/100g
	Palmitoleico (LC = 0,01)	0,28	g/100g
	Ácidos Grasos Poliinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g



Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	cis-11,14,17-eicosatrienoico (LC = 0,01)	0,03	g/100g
	cis-11,14-eicosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-eicosatrienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	0,12	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	71,20	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,10	g/100g
	$\gamma$ -linolénico (LC = 0,01)	0,42	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Eláidico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linoleláidico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omega 3	0,22	g/100g
	Total Omega 6	71,62	g/100g
	Total Omega 9	14,73	g/100g
	Grasas saturadas	10,21	g/100g
	Grasas insaturadas	86,88	g/100g
	- Grasas monosaturadas	15,01	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	71,87	g/100g
	Grasas trans	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

#### Métodos de ensayo utilizados:

01. AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22ed Ed: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extraction Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresa, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 10 de junio de 2024



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298054

Informe de Ensayo N° N3286-2024

Pág. 1 de 2


**CERTILAB**
**INFORME DE ENSAYO**  
**N° N3586 - 2024**

**Cliente:** UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HUANTA  
**Dirección:** JR. MANCO CAPAC NRO. 497 (EL BOSQUE - HUANTA) AYACUCHO - HUANTA - HUANTA  
**R.U.C.:** 20574653798 **e-mail:** mcardenas@unah.edu.pe  
**Solicitud de Ensayo N°:** ENS-0362-2024/N  
**Nombre del Producto:** ACEITE DE GRANADILLA  
**Información proporcionada por el cliente:** Extracción por método prensado al frío - Cáceres Araujo Mayli Yessica  
**Características de la muestra:** Presentación: Envasado  
 Tipo de Envase: En 01 frasco de vidrio con tapa.  
**Cantidad recibida:** 200 mL.  
**Fecha de recepción:** 20 de febrero de 2024  
**Fecha de ejecución de ensayos:** Del 22 al abril al 15 de mayo de 2024

**ENSAYOS FISICOQUIMICOS**

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Perfil completo de ácidos grasos		
	Ácidos Grasos Saturados		
	Araquídico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Behénico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Butírico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Cáprico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Caprílico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Caproico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Estéarico (LC - 0,01)	2,25	g/100g
	Henicosanoico (LC - 0,01)	0,02	g/100g
	Heptadecanoico (LC - 0,01)	0,06	g/100g
	Láurico (LC - 0,01)	0,01	g/100g
	Lignocérico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Mirístico (LC - 0,01)	0,05	g/100g
	Palmitico (LC - 0,01)	7,80	g/100g
	Pentadecanoico (LC - 0,01)	0,02	g/100g
	Tricosanoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Tridecanoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Undecanoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Ácidos Grasos Monoinsaturados		
	cis-10-Heptadecanoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-10-Pentadecanoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Erúico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Gadoleico (LC - 0,01)	0,11	g/100g
	Miristoleico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Nervónico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g
	Oleico (LC - 0,01)	14,62	g/100g
	Palmitoleico (LC - 0,01)	0,28	g/100g
	Ácidos Grasos Polinsaturados		
	Eicosapentaenoico (LC - 0,01)	<0,01	g/100g



Nº	Ensayo	Resultado	Unidades
	cis-11,14,17-cicosatrienoico (LC = 0,01)	0,03	g/100g
	cis-11,14-cicosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosadienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	cis-8,11,14-cicosatrienoico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Araquidónico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Docosahexaenoico (DHA) (LC = 0,01)	0,12	g/100g
	Linoleico (LC = 0,01)	71,20	g/100g
	Linolénico (LC = 0,01)	0,10	g/100g
	$\gamma$ -linolénico (LC = 0,01)	0,42	g/100g
	Ácidos Grasos Trans		
	Elaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Linolelaídico (LC = 0,01)	<0,01	g/100g
	Suma de Ácidos Grasos		
	Total Omegas 3	0,22	g/100g
	Total Omegas 6	71,62	g/100g
	Total Omegas 9	14,73	g/100g
	Grasas saturadas	10,21	g/100g
	Grasas insaturadas	86,88	g/100g
	- Grasas monoinsaturadas	15,01	g/100g
	- Grasas poliinsaturadas	71,87	g/100g
	Grasas trans:	0,00	g/100g
		0,00	g/100g de materia grasa

LC: Límite de cuantificación.

**Métodos de ensayo utilizados:**

01. AOAC 996.06, Cap. 41.1.28A, 22nd Ed.: 2023 Fat (Total, Saturated, and Unsaturated) in Foods. Hydrolytic Extration Gas Chromatographic Method.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relacionan únicamente a las muestras analizadas tal como se recibieron. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- CERTILAB no es responsable de la información proporcionada por el cliente.
- CERTILAB es responsable del Informe de Ensayo en sus versiones original y copia impresas, reproducciones adicionales son responsabilidad del cliente o usuario del documento.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 10 de junio de 2024



*Gabriela Esteban Baldeón*

Ing. Gabriela Esteban Baldeón  
Laboratorio de Físico Química  
CIP: 298054

Tabla 15

*Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de solvente*

Problema	Objetivos	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo se evalúa el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético Huanta?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cómo se determina el rendimiento en la extracción del aceite de semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético Huanta?</p> <p>¿Cómo se evalúa las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético Huanta?</p> <p>¿Cómo se evalúa el perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético Huanta?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el rendimiento y caracterización del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético, Huanta.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Determinar el rendimiento en la extracción del aceite de semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético, Huanta.</p> <p>Evaluar las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético, Huanta.</p> <p>Evaluar el perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) para el mercado estético, Huanta</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El rendimiento y la caracterización del aceite extraído de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) presentan propiedades significativas que hacen viable su aplicación en el mercado estético en Huanta</li> </ul> <p><b>Hipótesis específica</b></p> <p>Existe diferencias significativas en el rendimiento del aceite de semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss), según al método de extracción.</p> <p>Las características fisicoquímicas del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) cumple con los estándares de calidad para el mercado estético, Huanta.</p> <p>La evaluación del perfil de ácidos grasos del aceite de la semilla de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i> Juss) cumple con los estándares de calidad para el mercado estético, Huanta</p>	<p><b>Variables</b></p> <p><b>independientes</b></p> <p>Método de Extracción del aceite</p> <p><b>Variables dependientes</b></p> <p>Rendimiento del aceite</p> <p>Caracterización fisicoquímica del aceite</p> <p>Perfil de ácidos grasos del aceite</p>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>- Experimental-aplicada</p> <p><b>Nivel</b></p> <p>- experimental-descriptivo.</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>- Aplicación del diseño completamente al azar con 2 métodos y 3 repeticiones.</p> <p><b>Población</b></p> <p>- Frutos de granadilla de Ñahuimpuquio, Huanta.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>- 5 kg de semillas divididas según tratamiento.</p> <p><b>Análisis:</b></p> <p>- Físico químico y cromatográfico (perfil de ácidos grasos)</p>

## Anexo 18

*Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de solvente*

Muestra	Código	tiempo	Peso muestra(10g)	Humedad (5%) Estufa 45°C y tiempo: 5h min	Tamaño de partícula (2 mm y 4mm)	Solvente	Cant. solvente (g/ml)	T(°C) Extracción	Agitación Tiempo De extracción (min)	Rendimiento (g/ml) Aceite extraído	Observaciones
Solvente orgánico	A1B2	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.8 ml	
Solvente orgánico	A2B2	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A3B2	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.0 ml	
Solvente orgánico	A1B2R	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A2B2R	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.0 ml	
Solvente orgánico	A3B2R	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.7 ml	
Solvente orgánico	A1B2R2	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.8 ml	
Solvente orgánico	A2B2R2	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A3B2R2	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.9 ml	
Solvente orgánico	A1B2R3	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A2B2R3	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.8 ml	

Solvente orgánico	A3B2R3	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A1B2R4	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A2B2R4	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A3B2R4	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A1B2R5	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A2B2R5	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A3B2R5	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.8 ml	
Solvente orgánico	A1B2R6	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A2B2R6	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A3B2R6	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A1B2R7	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.9 ml	
Solvente orgánico	A2B2R7	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A3B2R7	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.9 ml	
Solvente orgánico	A1B2R8	30	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	
Solvente orgánico	A2B2R8	60	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	3.5 ml	
Solvente orgánico	A3B2R8	90	10 gr	5h	2 mm	N Hexano	50 ml	120°C	1h 10 m	4.0 ml	

## Anexo 19

*Matriz de recolección de datos de la extracción de aceite por el método de prensado al frío*

<b>Muestra</b>	<b>Peso muestra (10g)</b>	<b>Tamaño de partícula (0.5 mm y 2 mm)</b>	<b>T(°C) Extracción</b>	<b>Tiempo De extracción (min)</b>	<b>Centrifugado Revoluciones tiempo</b>	<b>Rendimiento (g/ml) Aceite extraído</b>	<b>Observaciones</b>
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	

Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	21°C	10 m	5000r 2h	2.5 ml	
Extracción por prensado en frío	200 gr	1 mm	22°C	10 m	3500r-4 h	1.5 ml	
Extracción por prensado en frío	300 gr	1 mm	22°C	10 m	4000r-2h	2 ml	

Extracción por prensado en frío	3 00 gr	1 mm	2 1°C	1 0 m	5000r 2h	2 .5 ml	
Extracción por prensado en frío	2 00 gr	1 mm	2 2°C	1 0 m	h 3500r-4	1 .5 ml	
Extracción por prensado en frío	3 00 gr	1 mm	2 2°C	1 0 m	2h 4000r-	2 ml	
Extracción por prensado en frío	3 00 gr	1 mm	2 1°C	1 0 m	5000r 2h	2 .5 ml	
Extracción por prensado en frío	2 00 gr	1 mm	2 2°C	1 0 m	h 3500r-4	1 .5 ml	
Extracción por prensado en frío	3 00 gr	1 mm	2 2°C	1 0 m	2h 4000r-	2 ml	
Extracción por prensado en frío	3 00 gr	1 mm	2 1°C	1 0 m	5000r 2h	2 .5 ml	