



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS  
Y BIOTECNOLOGÍA**

**CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA**

---

**Tema:** Determinación del perfil lipídico en harinas de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) y melloco blanco (*Ullucus tuberosus*) para establecer el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados

---

Informe final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Biotecnóloga, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación interinstitucional Universidad Técnica de Ambato-Universidad Politécnica de Valencia: “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional”, coordinado por Liliana Acurio, M.Sc. (UTA-CONIN-2022-0269-R)

**Autor:** Daniela Alejandra Sánchez Paredes

**Tutor:** Químico. Mg. Lander Vinicio Pérez Aldás

**Ambato-Ecuador**

**Marzo - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**Mg. Quím Lander Pérez Aldas**

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 09 de febrero del 2023

Mg. Químico Lander Pérez

C.I: 1802706596

**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Daniela Alejandra Sánchez Paredes, manifiesto que los resultados obtenidos en el Informe Final de Integración Curricular, modalidad proyecto de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera Biotecnóloga son absolutamente auténticos y personales a excepción de las citas bibliográficas.



Daniela Alejandra Sánchez Paredes

**C.I. 1805801378**

**AUTORA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos docentes calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman

---

Dra. Liliana Lalaleo

Presidente del Tribunal

---

Dra. Lorena de los Ángeles Núñez Villacís

C.I: 1804256905

---

Mg. Ruth Narcisa Pérez Salinas

C.I: 1802726628

Ambato, 06 de Marzo de 2023

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de este, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Daniela Alejandra Sánchez Paredes

**C.I. 1805801378**

**AUTORA**

## DEDICATORIA

A mi ejemplo a seguir, mis ganas de salir adelante, la constante más hermosa y la persona fundamental en mi vida; mi mamá.

A Mamá Jenny que me ha acompañado en todos los momentos de mi vida.

A mis mascotas Pelusa, Mimi y Campanita, son el rayo de luz que necesito en mi vida.

A mi papito, con la esperanza que esta dedicatoria llegue hasta el cielo y se sienta orgulloso de la mujer que no pudo conocer.

A la familia que siempre está.

A mis mejores amigas; Yeri y Emi, gracias por alentarme, darme ánimos y no dejar que me rinda nunca.

A quienes me enseñaron que los vientos fuertes solo son el impulso para volar más alto porque pase lo que pase, las cometas siempre vuelan en agosto.

*Daniela Sánchez*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir esta meta en mi vida. El agradecimiento eterno a mi mamá porque es mi guía, ejemplo a seguir y el motivo para cumplir con lo que me propongo. Mami y Mamá Jenny, gracias por cuidarme, aconsejarme, guiarme con tanto cariño y dedicación.

A mis tíos Patricia, Marianela, Rafael y Gilmar, gracias por las palabras de aliento, por el cariño sincero, los consejos y por confiar siempre en que podría lograr todas mis metas.

A mis primos; Carlitos, Johanna, Valeria, Thalía, Karen, Ronny, Danna que han sido mis compañeros en este proceso y en la vida.

A mis amigos por los momentos compartidos y hacer de esta etapa un recuerdo inolvidable. Un agradecimiento especial a Joss, Mela, Frank y Sol por el cariño y el apoyo mutuo en el proceso de realización de este proyecto.

A la Universidad Técnica de Ambato, la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos. A mi tutor Químico. Lander Pérez, al grupo de investigación G+ Biofood and Engineering y al proyecto “Valorización de tubérculos andinos para la obtención de ingredientes alimentarios y su viabilidad. Concienciación de su valor nutritivo y funcional” por el aprendizaje y la guía para culminar con este trabajo de integración curricular.

*Daniela Sánchez*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DERECHOS DE AUTOR .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1. La alimentación y su influencia en la salud.....	1
1.1.2. Harina y su rol en la sociedad.....	2
1.1.3. Cultivos andinos en Ecuador .....	2
1.1.4. Chocho.....	3
1.1.5. Melloco blanco .....	6
1.1.6. Lípidos.....	8
1.1.7. Perfil lipídico con cromatografía de gases .....	11
1.1.8. Índices nutricionales.....	12
1.2. Objetivos.....	13
1.2.1. Objetivo general .....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
CAPÍTULO II.....	14
METODOLOGÍA.....	14
2.1. Materiales.....	14
2.1.1. Equipos de Laboratorio .....	14
2.1.2. Instrumentos de laboratorio.....	15
2.1.3. Reactivos de laboratorio .....	16
2.1.4. Insumos de laboratorio .....	16



2.1.5.	Materiales de escritorio .....	18
2.2.	Métodos.....	18
2.2.1.	Toma de muestras.....	18
2.2.2.	Preparación de muestras .....	19
2.2.3.	Obtención de harina.....	19
2.2.4.	Extracción de grasas .....	19
2.2.5.	Preparación de ésteres metílicos para cromatografía .....	20
2.2.6.	Cromatografía de gases .....	20
2.2.7.	Análisis estadístico .....	21
CAPÍTULO III .....		22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		22
3.1.	Extracción de grasa.....	22
3.2.	Perfil lipídico.....	24
3.3.	Proporción de ácidos grasos.....	27
3.4.	Clasificación de ácidos grasos .....	28
3.5.	Determinación de la calidad nutricional en harinas.....	31
3.6.	Análisis estadístico.....	33
CAPÍTULO IV .....		34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		34
4.1.	Conclusiones.....	34
4.2.	Recomendaciones.....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		37
ANEXOS .....		50

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Taxonomía de <i>L. mutabilis sweet</i> .....	4
<b>Tabla 2.</b> Composición Nutricional de <i>L. mutabilis sweet</i> .....	5
<b>Tabla 3</b> Taxonomía de <i>U. tuberosus</i> .....	7
<b>Tabla 4.</b> Composición Nutricional de <i>U. tuberosus</i> .....	8
<b>Tabla 5.</b> Equipos de Laboratorio.....	14
<b>Tabla 6.</b> Instrumentos de Laboratorio.....	15
<b>Tabla 7.</b> Reactivos de Laboratorio .....	16
<b>Tabla 8.</b> Insumos de Laboratorio .....	17
<b>Tabla 9.</b> Materiales de Escritorio .....	18
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de Grasa .....	22
<b>Tabla 11.</b> Perfil Lipídico. Porcentaje de ácidos grasos .....	24
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de Ácidos Totales.....	27
<b>Tabla 13.</b> Clasificación de ácidos grasos en harina de chocho ( <i>L. mutabilis sweet</i> ). .....	29
<b>Tabla 14.</b> Clasificación de ácidos grasos en harina de melloco ( <i>U. tuberosus</i> ).....	30
<b>Tabla 15</b> Índices de calidad nutricional .....	32
<b>Tabla 16</b> Análisis Estadístico.....	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ejemplo de Ácido Graso Saturado. Composición Química de Ácido Mirístico. .....	10
<b>Figura 2</b> Ejemplo de Ácido Graso Insaturado. Composición Química de Ácido Oleico. .....	11
<b>Figura 3</b> Principio Básico de Cromatografía de Gases.....	12
<b>Figura 4</b> Ácidos Grasos Presentes en Harina de Chocho ( <i>L. mutabilis</i> sweet) y melloco blanco ( <i>U. tuberosus</i> ) .....	25

## RESUMEN

La harina es uno de los productos centrales para la producción de alimentos funcionales, en Ecuador existen diversos cultivos con contenido nutricional de calidad, sin embargo, están infravalorados y no se han realizado estudios que permitan explotar sus beneficios. Por otro lado, los lípidos son una parte fundamental para el correcto funcionamiento metabólico, no obstante, su consumo excesivo no es recomendable para la salud. Por esta razón, la presente evalúa el perfil lipídico de harina de chocho y melloco blanco, con el fin de determinar si el contenido de grasa en estas matrices permitirá la formación de productos que brinden beneficios en la salud de la población ecuatoriana. Los ácidos grasos se determinaron con cromatografía de gases FID, en el que se identificó 7 ácidos grasos en chocho; ácido palmítico (10.38 por ciento), ácido oleico (51.92 por ciento), ácido linoleico (40.43 por ciento), ácido linolénico (2.45 por ciento), ácido esteárico (3.17 por ciento), ácido behénico (0.92 por ciento), ácido araquídico (0.73 por ciento); mientras que, el perfil lipídico de melloco reconoció 4 ácidos grasos; ácido palmítico (15.43 por ciento), ácido oleico (5.92 por ciento), ácido linoleico (71.94 por ciento), ácido linolénico (6.71 por ciento). Además, se realizó índices de calidad nutricional  $\omega 6$ :  $\omega 3$  (12.42; 10,72), AGPI:AGS (2.16; 5.08) y aterogenicidad (0.12;0.18) en chocho y melloco blanco, respectivamente.

**Palabras clave:** Cultivos andinos, chocho, melloco blanco, perfil lipídico, cromatografía de gases, ácidos grasos.

## ABSTRACT

Flour is one of the central products for the production of functional foods, in Ecuador there are several crops with quality nutritional content, however, they are undervalued and no studies have been conducted to exploit their benefits. On the other hand, lipids are a fundamental part for the correct metabolic functioning, however, their excessive consumption is not recommended for health. For this reason, the present study evaluates the lipid profile of chocho and white melloco flour, in order to determine if the fat content in these matrices will allow the formation of products that provide health benefits to the Ecuadorian population. Fatty acids were determined with FID gas chromatography, in which 7 fatty acids were identified in chocho; palmitic acid (10.38 percent), oleic acid (51.92 percent), linoleic acid (40.43 percent), linolenic acid (2.45 percent), stearic acid (3.17 percent), behenic acid (0.92 percent), arachidic acid (0.73 percent); while, the lipid profile of melloco recognized 4 fatty acids; palmitic acid (15.43 percent), oleic acid (5.92 percent), linoleic acid (71.94 percent), linolenic acid (6.71 percent). In addition, nutritional quality indices  $\omega 6$ :  $\omega 3$  (12.42; 10.72), PUFA:SFA (2.16; 5.08) and atherogenicity (0.12;0.18) were performed on chocho and melloco blanco, respectively.

**Keywords:** Andean crops, lupine, white melloco, lipid profile, gas chromatography, fatty acids.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes investigativos

##### 1.1.1. La alimentación y su influencia en la salud

Una buena alimentación se encuentra ligada directamente con la calidad de vida del ser humano, pues proporciona macronutrientes, grasas, proteínas y carbohidratos que son esenciales en la dieta (**Venn, 2020**). A lo largo del tiempo los sistemas alimentarios han cambiado generando nuevos alimentos procesados que se han implementado en la dieta diaria, no obstante, algunos de estos alimentos tienen cantidades excesivas de ácidos grasos saturados, por consiguiente, las tasas de mortalidad y el desarrollo de enfermedades no transmisibles se incrementa (**Albuquerque et al., 2022**).

El mundo se enfrenta a distintos desafíos en cuanto a la alimentación, con el fin de conocer la situación en el cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible se realiza un informe anual dirigido por diversos organismos. El último informe realizado en el 2021 establece que el mundo no está avanzando hacia el cumplimiento de los objetivos 2.1 y 2.2 que aseguran alimentación sana y erradicar la malnutrición, respectivamente (**FAO et al., 2022**).

Las tendencias indican que las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de muerte de la población en países de bajos ingresos y en vías de desarrollo (**Mensah et al., 2019**). Además, (**Lanchimba, 2021**) informa que Ecuador es el segundo país de América Latina con mayor índice de desnutrición infantil, especialmente en población indígena. También, la inseguridad alimentaria se presenta en adultos y niños menores a cinco años que tienen sobrepeso, se ha registrado que la malnutrición afecta a alrededor de 1.1 millones de personas en la población ecuatoriana (**Colcha et al., 2019**). Los gobiernos de cada país tienen como deber asegurar la salud pública de los ciudadanos (**Barnes et al., 2022**); reforzar la seguridad alimentaria, que se define como el derecho, a tener acceso a alimentación de calidad que fortalezca e impulse la nutrición (**Gordillo & Méndez, 2013**); y promover la soberanía

alimentaria, con la creación de modelos agrícolas sustentables, equilibrados con la naturaleza y las necesidades del pueblo **(Jimenez, 2018)**.

En Ecuador la legislación que establece el cumplimiento de objetivos enfocados a la seguridad alimentaria se encuentra descrita en la actual Constitución de la República en el artículo 281, en el que se plantea impulsar la producción agrícola con el desarrollo de alimentos funcionales con cultivos nativos e incentivar las nuevas tecnologías que las encaminen **(Constituyente, 2008)**. Por ende, para el ejercicio de la soberanía alimentaria es necesario fomentar el uso de alimentos nativos, garantizando que estos posean características nutricionales que cumplan con el objetivo de proveer de alimentación nutritiva a toda la población.

### **1.1.2. Harina y su rol en la sociedad**

La harina es un medio fundamental para la elaboración de productos dentro de la industria alimentaria. Las harinas son consumidas por el ser humano como productos de pastelería, panadería, pasta que están presentes en la mayoría de población en su dieta diaria **(Cardoso et al., 2019)**.

Cuando existe deficiencia de nutrientes se tiene como consecuencia la desnutrición y no se ha conseguido revertir esta problemática en la población mundial **(OMS, 2019)**. Por tal motivo, las organizaciones gubernamentales presentan estrategias que van de la mano con la solución de problemas alimenticios, como la fortificación de alimentos que se basa en complementar la deficiencia de micronutrientes en distintos alimentos **(Kruger et al., 2020)**. Según, **(FAO, 2018)** la harina de trigo y maíz son el alimento básico en el mundo, pero al no contar con nutrientes esenciales es necesario fortificarlos, la OMS recomienda la presencia de; hierro, ácido fólico, vitamina A, zinc, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantoténico **(Bobrek et al., 2021)**.

### **1.1.3. Cultivos andinos en Ecuador**

La Cordillera de los Andes es la cadena montañosa más extensa del mundo, atraviesa cinco países de América Latina; Colombia, Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Gracias a las zonas climáticas dentro de estos países se ha encontrado amplia diversidad en

la producción agrícola, el que se puede encontrar una amplia diversidad de tubérculos y cereales nativos (**Málaga et al., 2019**).

En Ecuador, los cultivos andinos son una parte estructural en el sistema alimenticio debido a su alta calidad nutricional, propiedades farmacológicas y su uso en medicina ancestral, sin embargo, grandes empresas se centran en comercializar las especies vegetales de mayor demanda como la papa, la soja o el maíz, dejando de lado la extensa diversidad de las zonas agrícolas (**Salazar et al., 2021**), como consecuencia, se pone en riesgo la seguridad alimentaria, además, estos cultivos no han sido explorados ampliamente para el desarrollo de alimentos funcionales que podrían reemplazar a aquellos que se consumen tradicionalmente y no cubren las necesidades de toda la población (**Melby et al., 2020**).

En cuanto al área económica, la agricultura es de las actividades con más relevancia dentro del país, ya que, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (**INEC, 2022**), se genera empleo para el 29,4% a nivel nacional. Por consiguiente, los cultivos andinos han permitido a los agricultores generar beneficios económicos según la superficie productiva de la zona (**Illescas et al., 2020**).

#### **1.1.4. Chocho**

El tarwi, tauri, chocho o lupino (*L. mutabilis sweet*) es una leguminosa que forma parte de la nutrición desde hace más de 1500 años, se encuentran en la región Andina de América del Sur, siendo Perú, Ecuador y Bolivia los países de mayor producción y consumo (**Chalampunte-Flores et al., 2021**).

Se cultivan en suelo arenoso y seco, ubicados a 2600 y 3400 msnm. Se recomienda realizar cultivos de rotación y asociarlos a cereales y tubérculos que crecen en condiciones similares (**Caicedo et al., 2010**). Este método de cultivo es fundamental para fomentar la fertilidad del suelo debido a la capacidad de fijar el nitrógeno y la movilidad del fósforo (**Gulisano et al., 2022**).

##### **1.1.4.1. Usos**

El chocho es un cultivo central dentro de la economía y la alimentación de las zonas andinas, posee alto valor nutricional y viabilidad genética (**Guilengue et al., 2020**). Se ha implementado su uso en productos innovadores, como la elaboración de pan y



pastas con mezclas de harina de chocho y trigo, para conseguir una mayor cantidad de proteína. Por otro lado, se han realizado estudios para sustituirlo por la carne, al generar un producto con textura, apariencia y composición similar (**Carvajal-Larenas, 2019**).

Su alta variabilidad genética; lo convierte en un cultivo de interés; principalmente en países europeos, ya que, puede producirse en diferentes condiciones ambientales. Por consiguiente, a partir de estudios genéticos es posible introducir el tarwi en distintas áreas geográficas, generando un impacto enfocado hacia el futuro (**Guilengue et al., 2020**).

#### 1.1.4.2. Taxonomía

En la tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de la especie vegetal de *L. mutabilis sweet*.

**Tabla 1.**

*Taxonomía de L. mutabilis sweet*

<b>Taxonomía</b>	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Género	<i>Lupinus</i>
Especie	<i>Lupinus mutabilis sweet</i>
Nombre común	Tarwi, chocho, lupino

*Nota:* La información sobre taxonomía se obtuvo en (**USDA, 2022**)

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

### 1.1.4.3. Composición nutricional

En su composición se encuentra proteína rica en globulinas y albúminas, además compuestos lipídicos de alta calidad y no requiere procesos industriales extras. Los compuestos alcaloides presentes en su composición no son aptos para el consumo, sin embargo, lo protegen contra organismos patógenos cuando no han sido cosechados y son eliminados a partir de procesos de desamargado (**Guilengue et al., 2020**).

En la tabla 2 se muestra la composición nutricional presente en materia seca de semillas de chocho.

**Tabla 2.**

*Composición Nutricional de L. mutabilis sweet*

<b>Parámetro</b>	<b><i>L. mutabilis sweet</i></b>	
Humedad (%)	9.99 ± 0.14	<b>(Berru et al., 2021)</b>
Materia seca (%)	88.27 ± 0.59	<b>(Jarosław et al., 2021)</b>
Proteína (%)	48.58 ± 0.69	<b>(Yegrem et al., 2021)</b>
Lípidos (%)	15.42 ± 0.25	<b>(Berru et al., 2021)</b>
Cenizas (%)	1.56 ± 0.04	<b>(Yegrem et al., 2021)</b>
Fibra (%)	4.58 ± 0.39	
Valor energético (kcal/100g)	418.75	<b>(Plustea et al., 2022)</b>

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

#### **1.1.4.4. Beneficios de su consumo**

Es una fuente de nutrientes, componentes bioactivos, proteínas y lípidos, que en conjunto tienen beneficios para la salud (**Córdova-Ramos et al., 2020**). Se diferencia de otras legumbres porque contiene bajas proporciones de almidón, es decir, reduce el riesgo de sufrir enfermedades crónicas (**Vera-Vega et al., 2022**).

Según **Bryant et al. (2022)** al analizar distintos criterios de selección se puede determinar que al consumir chocho disminuye el colesterol total, la presión arterial sistólica, se controla el hambre y mejora el nivel de glucosa en ayunas y postprandial.

#### **1.1.5. Melloco blanco**

El melloco es un tubérculo que posee componentes indispensables para la dieta. Son cultivados en altitudes de 3000 a 3800 m. Este tubérculo puede almacenarse hasta por un año sin influir en sus capacidades nutricionales (**Svenson et al., 2008**).

Gracias a su contenido de carbohidratos y vitamina C, este tubérculo se incorpora en diversidad de platos tradicionales, por ende, forma parte importante en la vida cotidiana en las regiones andinas (**Hammond Hammond et al., 2019**). Los agricultores mencionan que una de las problemáticas es la pérdida de tubérculos que no cumplen con estándares de calidad para su consumo, por lo que son marginados y con frecuencia desechados, por lo tanto, es una necesidad encontrar alternativas que den un enfoque diferente a las aplicaciones de este cultivo andino (**Velásquez-Barreto et al., 2021**).

##### **1.1.5.1. Usos**

Se consume principalmente en ensaladas, sopas o se reemplaza por la papa. En el páramo andino se prepara un plato tradicional conocido como “chiriuchu” donde se cuece el melloco y se acompaña con papa, habas y en ocasiones queso (**Suquilanda, 2011**). Se ha encontrado en sus componentes betalaínas con actividades antioxidantes, antiinflamatorias, antipalúdicas y antitumorales. Además, se logra determinar que la ingesta del mismo ayuda a nivelar el estrés (**Svenson et al., 2008**).

### 1.1.5.2. Taxonomía

En la tabla 3 se presenta la clasificación taxonómica de la especie vegetal de *U. tuberosus*.

**Tabla 3**

*Taxonomía de U. tuberosus*

Taxonomía	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Basellaceae
Género	<i>Ullucus</i>
Especie	<i>Ullucus tuberosus</i>
Nombre común	Melloco, olluco

*Nota:* La información sobre taxonomía se obtuvo en (USDA, 2022)

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

### 1.1.5.3. Composición nutricional

El melloco blanco tiene diversos componentes que colaboran en una dieta saludable, los mismos se presentan en la tabla 4 de melloco en peso seco.

**Tabla 4.***Composición Nutricional de U. tuberosus*

<b>Parámetro</b>	<b><i>U. Tuberosus</i></b>	
Proteína (%)	8.06 ± 0.07	
Lípidos (%)	0.65 ± 0.01	<b>(Valcárcel-Yamani et al., 2013)</b>
Humedad (%)	87.40 ± 0.67	
Carbohidrato (%)	73.5-81.1	
Fibra (%)	3.6 – 5.0	<b>(Lim, 2016)</b>
Valor energético (cal/100g)	370-380	

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)***1.1.5.4. Beneficios de su consumo**

Este tubérculo es el único alimento que posee todos los aminoácidos en su composición, por lo tanto, se lo considera un súper alimento (**Arostegui Acostupa & Paz Rimari, 2021**). Estos compuestos son los sustratos para aumentar la síntesis de proteínas musculares, por ende, estos son los estímulos principales para el aumento de la síntesis de proteínas musculares y la expansión de reserva proteica en el músculo esquelético, además, se reservan aminoácidos esenciales para órganos y tejidos durante periodos de estrés o cuando la ingesta es insuficiente (**Church et al., 2020**).

**1.1.6. Lípidos****1.1.6.1. Generalidades de los lípidos**

Los lípidos se encuentran en todos los tipos de células, contribuyen en el correcto funcionamiento metabólico, estructural y endócrino. Se encuentra mayormente en tejido adiposo, glándulas sebáceas, suprarrenales y neuronales (**Pellicciari et al.,**

**2022**). Su principal característica es que no son solubles en agua, sin embargo, son solubles en solventes orgánicos como cloroformo, hidrocarburos o alcoholes **(Macías et al., 2018)**.

Dentro de las funciones biológicas las grasas son las encargadas de aportar energía y se almacena en las células hasta que a partir de la necesidad biológica se liberan generando agua y dióxido de carbono **(Murphy et al., 2020)**. Los lípidos son necesarios dentro de una alimentación balanceada, ya que, los ácidos grasos insaturados aportan en el desarrollo cognitivo y el sistema inmune. Desde otra perspectiva, el consumo desequilibrado de grasas se ha convertido en un problema de salud pública, a las que se asocian enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer e innumerables problemas de salud **(Bravo-Ruiz et al., 2021)**.

#### **1.1.6.2. Ácidos grasos**

Los ácidos grasos corresponden a moléculas esenciales biológicamente en la dieta, en la que desempeñan un papel negativo o positivo dentro del organismo, estas moléculas tienen en su composición al menos un grupo carboxilo, una cadena larga de carbonos. Los ácidos grasos que se forman naturalmente tienen una cadena de carbonos con número par (4-28) no ramificada. A partir del número de enlaces dobles presentes en la estructura química es posible clasificar en ácidos grasos saturados e insaturados **(Chen & Liu, 2020)**.

Aquellos que son esenciales aportan energía, son importantes para la digestión, la saciedad y absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K), además, las hormonas están compuestos de los mismos. La evidencia científica sugiere que la clasificación sobre los beneficios a la salud depende de la longitud de la cadena de carbono, el procesamiento, el patrón de dieta y su consumo **(Gershuni, 2018)**.

#### **1.1.6.3. Clasificación de ácidos grasos**

##### **1.1.6.3.1. Saturados**

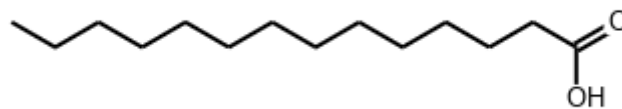
Los ácidos grasos saturados tienen una cadena de carbono presente en su estructura, no posee ramificaciones y posee un grupo carboxilo. Los ácidos grasos más comunes e importantes tienen un rango de 12 a 22 carbonos **(Patel & Preedy, 2017)**. Las grasas que tienen una cadena corta se pueden encontrar en derivados lácteos, como

ácido butírico (Akoh, 2017). Las grasas de cadena media y largo como ácido láurico, palmítico, esteárico, mirístico en carne, lácteos y aceites vegetales (Astrup et al., 2020).

El ácido palmítico se encuentra con mayor abundancia y en diversos alimentos como el pescado, la leche, la carne de mamíferos y vegetales, su consumo interfiere con vías de señalización que inducen respuestas inflamatorias y resistencia a la insulina, ya que, se convierte en fosfolípidos, diacilglicerol y ceramidas (Korbecki & Bajdak-Rusinek, 2019).

### Figura 1

*Ejemplo de Ácido Graso Saturado. Composición Química de Ácido Mirístico.*



#### 1.1.6.3.2. Insaturados

Las grasas insaturadas son reconocidas debido a sus beneficios para la salud, y se obtienen de productos vegetales. En su estructura tienen enlaces dobles y se pueden clasificar como ácidos monoinsaturados y poliinsaturados (Olubukola, 2022).

Los ácidos grasos monoinsaturados tienen un doble enlace en su composición, el aceite de oliva y el aguacate son alimentos ricos en este tipo de grasas, a los que se podría atribuir la reducción de sufrir enfermedades cardiovasculares (Cao et al., 2022).

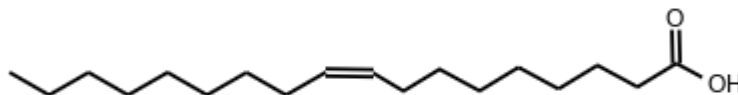
Los ácidos grasos poliinsaturados tienen en su composición una cadena de acilo de 18 o más átomos de carbono y más de dos enlaces dobles. Este tipo de ácidos grasos se incorporan en membranas celulares de tejidos y células sanguíneas que pueden estar ligadas con la respuesta inmune y la reducción de colesterol (Beermann, 2022).

Debido a la forma estructural en la que los carbonos no se encuentran saturados tienen mayor tendencia a reaccionar con el oxígeno, dependiendo del grado de insaturación se determina su punto de fusión, por ende, el pescado es más propenso

a este proceso de deterioro por su alto contenido de grasas poliinsaturadas (**Owusu-Apenten & Vieira, 2022**).

## Figura 2

*Ejemplo de Ácido Graso Insaturado. Composición Química de Ácido Oleico.*



### 1.1.7. Perfil lipídico con cromatografía de gases

La cromatografía de gases es un método preciso, reproducible, sensible y versátil que se usa para identificar y cuantificar de forma correcta los ácidos grasos presentes en muestras de alimentos (**Muhammad et al., 2021**).

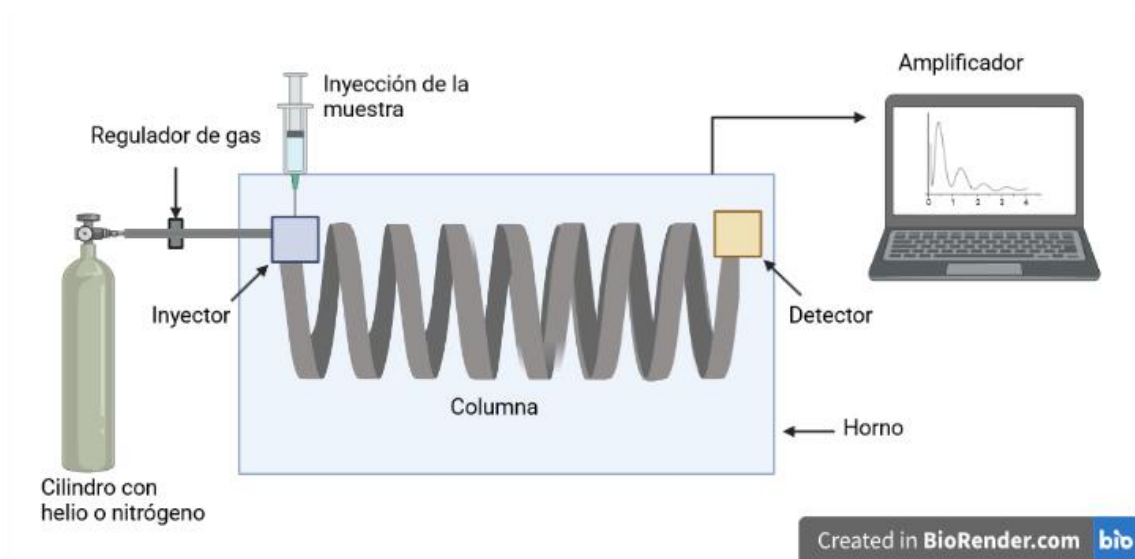
La técnica tiene como principio la separación de compuestos según su afinidad a la fase estacionaria, la muestra es transportada por un gas que puede ser helio o nitrógeno. El tiempo que transcurre desde la inyección a la aparición de picos se conoce como tiempo de retención (**Poole, 2021**). El detector FID usado con frecuencia para alimentos, dónde el gas produce combustión y se forman iones que pueden ser amplificados y detectados (**Al-Bukhaiti et al., 2017**)

Para ello es necesario extraer el componente graso de la muestra de la que se requiere conocer el perfil lipídico, seguido de un proceso de transesterificación dónde se forman ésteres metílicos de ácidos grasos, componentes detectables dentro de un cromatógrafo de gases (**Huai-Hsuan & Ching-Hua, 2020**).



### Figura 3

*Principio Básico de Cromatografía de Gases.*



#### 1.1.8. Índices nutricionales

Dentro de la composición de ácidos grasos se puede establecer una estimación de sus efectos en la salud humana a partir del uso de índices nutricionales que evalúa la calidad del perfil lipídico. Estos pueden ser AGPI/AGS,  $\omega 6/\omega 3$  e índice de aterogenicidad, es importante recalcar que, aunque estos índices proporcionan información importante para prevención de enfermedades no transmisibles para establecer el efecto nutricional es necesario realizar investigaciones clínicas en la población (Chen & Liu, 2020).

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar el perfil lipídico de harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*) y melloco blanco (*Ullucus tuberosus*) a partir de cromatografía de gases, para la identificación de ácidos grasos saturados e insaturados.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Extraer de las harinas de chocho (*Lupinus mutabilis*) y melloco blanco (*Ullucus tuberosus*) el componente graso mediante método Soxhelt.
- Realizar el análisis de perfil lipídico de la grasa obtenida de harina de chocho y melloco blanco.
- Establecer la proporción de ácidos grasos saturados e insaturados en muestras de harina de chocho (*Lupinus mutabilis*) y melloco blanco (*Ullucus tuberosus*).

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Materiales

##### 2.1.1. Equipos de Laboratorio

En la Tabla 5 se establecen los equipos de laboratorio que se usaron para la experimentación y obtención del perfil lipídico de las harinas de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*.

**Tabla 5.**  
*Equipos de Laboratorio*

Detalle	Cantidad
Extractor por Solventes (Velp Scientifica Ser 148)	1
Procesador de alimentos Hamilton Beach	2
Procesador de alimentos Daewoo	1
Estufa Gemmy Industrial	1
Horno Microondas Panasonic NNST253WRUE	1
Horno Microondas LG MS-0745V	1
Horno Microondas Whirlpool WH-11-WMS072WTS	1
Pipeta de 0,5-10 $\mu$ L	1
Deshidratador de alimentos Cabela's	1

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Campana de extracción de gases	1
Desecador de vidrio	1
Balanza analítica	1
Cromatógrafo de gases 5890 Series II, Detector FID	1
Baño maría Precistern Selecta	1

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

### **2.1.2. Instrumentos de laboratorio**

En la Tabla 6 se presentan los instrumentos de laboratorio que se usaron para la experimentación y obtención del perfil lipídico de las harinas de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*

**Tabla 6.**

*Instrumentos de Laboratorio*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Dedales de celulosa	6
Caja de puntas	1
Matraz Erlenmeyer	4
Espátula	3
Probeta	1

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Vasos de extracción VELP 148/6	4
Tubos Falcon de 15 ml	8
Núcleos de ebullición	14
Pinza	1
Cuchillo	1

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

### **2.1.3. Reactivos de laboratorio**

En la Tabla 7 se colocan los reactivos de laboratorio que se usaron para la extracción de grasas, proceso de transesterificación y obtención del perfil lipídico a partir de cromatografía de gases en harinas de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*.

**Tabla 7.**

*Reactivos de Laboratorio*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Agua destilada ultrapura	1000 ml
n-hexano SUPELCO grado cromatográfico	300 ml
Metanol Extra-Puro 99,5% SUPELCO	20 ml
Hidróxido de potasio MERCK	2g

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

### **2.1.4. Insumos de laboratorio**

En la Tabla 8 se indican los insumos de laboratorio que se usaron para protección en el área de laboratorio, asepsia personal y de las muestras e implementos necesarios para obtener los resultados de las harinas de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*.

**Tabla 8.***Insumos de Laboratorio*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>
Cofias	caja x 100 unidades
Mascarillas	caja x 50 unidades
Gafas protectoras	1
Cooler	1
Guantes de nitrilo	caja x 50 pares
Papel aluminio	2 rollos
Papel filtro	1 lámina
Toallas	2
Malla galvanizada	3 metros
Fundas resellables de aluminio	paquete x 50 unidades
Toallas de cocina reusables	3 rollos
Alcohol antiséptico	1 litro
Jabón líquido	50 ml

---

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

### 2.1.5. Materiales de escritorio

En la Tabla 9 se muestran los materiales de escritorio que se usaron para la escritura, consulta bibliográfica, análisis de datos. Necesarios en la elaboración del presente proyecto de investigación.

**Tabla 9.**

*Materiales de Escritorio*

<b>Detalles</b>	<b>Cantidad</b>
Computadora	1
Cuaderno	1
Esferos y lápices	2
Rotulador	2
Tijera	1
Regla	1
Cinta Adhesiva	1

*Elaborado por: (Sánchez, 2023)*

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Toma de muestras

La materia prima usada para la elaboración de harina de *U. tuberosus* se obtuvo en el Mercado Mayorista, localizado en la ciudad de Ambato- Tungurahua. Mientras que *L. mutabilis sweet* se adquirió en la parroquia Totoras perteneciente al cantón Ambato. Finalmente, los cultivos se transportaron a los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología donde se realizó el proceso de elaboración de las harinas y análisis posteriores.

### **2.2.2. Preparación de muestras**

El chocho se caracteriza por tener en su composición compuestos alcaloides, estos se deben eliminar a partir de un proceso de desarmado, que consiste en colocar el grano en agua, dejarlo reposar, someterlo a un proceso térmico y finalmente realizar lavados diarios a los granos cocidos durante una semana (Salhuana et al., 2019). Al obtener este cultivo en un canal comercial esta leguminosa contó con el proceso de desarmado, por lo que no fue necesario realizar procesos previos a la eliminación de impurezas tanto en chocho como en melloco blanco.

### **2.2.3. Obtención de harina**

Se realizó un lavado para retirar impurezas de los cultivos, en el tarwi se retiró la corteza de todos los granos un día anterior a la realización de la harina, se selló con papel aluminio y se almacenó en una nevera para evitar la pérdida de la calidad del producto. En el caso del melloco blanco se realizaron cortes de alrededor de 3 mm antes de realizar el pretratamiento (Ngoma et al., 2019).

Los pretratamientos se realizan con el fin de salvaguardar la calidad de raíces y tubérculos, con ello se puede mejorar características funcionales, físicas y proximales (Desalegn Melese & Olike Keyata, 2022). Para ello se colocaron rodajas en los platos de los hornos microondas y se programó por 20 segundos, transcurrido el tiempo se colocó en agua fría con el fin de obtener un choque térmico que permite la eliminación de patógenos e inhabilita el proceso oxidativo (Noriega et al., 2019). La materia prima se colocó en mallas galvanizadas para que sea expuesta a un proceso térmico con un deshidratador de alimentos (Cabela's) con 24 estantes removibles y circulación de aire constante a temperatura de 65°C por 8 horas, cuando se obtuvo el producto sin humedad se colocó en procesadores de alimentos de los cuales se produjo un polvo fino correspondiente a la harina, por último se envasó en lotes de 100 gramos en bolsas de aluminio con cierre y se almacenaron a temperatura ambiente dentro de un cooler (Salazar, 2021).

### **2.2.4. Extracción de grasas**

La extracción Soxhlet posee rendimiento elevado en la obtención de lípidos, la extracción de grasas de la harina de las dos matrices se realizó a partir de un extractor por solventes VELP SCIENTIFICA SER 148/6 que usa como principio la técnica de



Soxhlet optimizando el tiempo del ciclo (**Saini et al., 2021**). Se colocó 500 ml de hexano en vasos de extracción pesados con anterioridad (**Fagbemi et al., 2021**).

A continuación, se pesó 3 g de muestra y se colocaron en dedales de celulosa, la extracción consistió en tres fases; inmersión, lavado y recuperación del solvente. Dónde la inmersión consistió en llegar al punto de ebullición del solvente colocando a 130°C la temperatura de las placas calefactoras, con el sistema de enfriamiento ocurre la condensación del solvente, continúa la fase de lavado en el que fluye y lava la muestra. Finalmente, en la fase de recuperación a partir de los principios de destilación se separa el solvente de la materia grasa. El tiempo empleado fue de 30/60/40 respecto a las fases mencionadas con anterioridad (**Amal et al., 2019**).

Con el fin de eliminar el restante del solvente en la materia grasa se colocó en la estufa Gemmy Industrial por 5 minutos, se enfrió dentro de la desecadora para pesar y establecer el porcentaje de grasa.

#### **2.2.5. Preparación de ésteres metílicos para cromatografía**

Cuando se realiza una cromatografía de gases el proceso de transesterificación es necesaria, ya que, los ácidos grasos se derivatizan formando ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME) (**Huai-Hsuan & Ching-Hua, 2020**). La reacción consiste en la unión de un triglicérido con un alcohol permitiendo la formación de metiléster de ácido graso y glicerol (Medina-Pérez et al., 2019). Se realizó una derivatización básica, para ello, se pesó 0,2 g de la harina, se realizó una solución metanólica con 1,32 g de KOH de 85% de pureza aforado con 10 ml de metanol 2 M, se agregó en la materia grasa 0,5 ml de solución metanólica, y se agregó 5 ml de hexano a grado cromatográfico, se agitó por 2 minutos en el vortex para dejarlo reposar una hora. Por último, se recuperó la fase orgánica y se colocó en viales cromatográficos que permitieron el análisis de ácidos grasos saturados e insaturados (**Hewavitharana et al., 2020**).

#### **2.2.6. Cromatografía de gases**

Este método permite la separación de mezclas volátiles, con el fin de determinar ácidos grasos en una muestra a partir de condiciones específicas, es decir, la muestra que se obtuvo mediante el proceso de transesterificación se inyectó en la columna

cromatográfica (**Paszczyk et al., 2020**). Se usó un cromatógrafo 5980 SERIES II con un horno HP Hewlett Packard y detector FID. La columna capilar Zebron ZW-WAXplus tiene una superficie de 30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu$ m, el nitrógeno fue el gas portador, el caudal de 32 cc/min, la temperatura de la columna se programó de 100 a 250°C que aumentó de manera gradual. Como resultado (**Tormási & Abrankó, 2021**).

#### **2.2.7. Análisis estadístico**

Se realizó un análisis de varianza ANOVA simple, evaluando los datos de extracción de grasa y porcentajes de ácidos grasos presentes en las muestras de *L. mutabilis* y *U. tuberosus* para determinar si existen diferencias significativas, aplicando la prueba de Tukey con un 95% de significancia. Para realizar estas pruebas de comparación, se usó el software estadístico Infostat.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Extracción de grasa

La harina que posee mayor popularidad en la dieta es la de trigo, ya que, se usa para la elaboración de una amplia diversidad de productos alimenticios, sin embargo, el consumo excesivo y la sobreproducción han traído consecuencias directas en la salud y el medio ambiente. Además, a lo largo del tiempo los esfuerzos se han centrado en mejorar la calidad de la harina aumentando su porcentaje de aminoácidos y fibra (**Miranda-Ramos et al., 2019**). Por lo tanto, una solución para la elaboración de productos funcionales con mejor calidad nutricional se centra en el reemplazo del trigo con cultivos nativos (**Wang & Jian, 2022**).

Dentro del territorio ecuatoriano se encuentran diversos cultivos que carecen de gluten y por su composición nutricional tiene beneficios en la salud. En la Tabla 10, se exponen los resultados obtenidos en porcentaje de materia grasa presente en harina de *L. mutabilis* y *U. tuberosus*.

**Tabla 10.**

*Porcentaje de Grasa*

<b>Materia Prima</b>	<b>Porcentaje de grasa</b>
Chocho ( <i>L. mutabilis sweet</i> )	22.41 ± 0.25
Meloco Blanco ( <i>U. tuberosus</i> )	0.86 ± 0.05

*Nota:* El porcentaje de grasa se estableció a partir de cuatro réplicas

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

La calidad de la harina esta influenciada por los lípidos que se encuentran en su composición, ya que, los lípidos polares generan mejor rendimiento en el proceso de cocción, además, la abundancia de ácidos grasos puede producir oxidación y disminuir el tiempo de vida útil (**Jin et al., 2020**).

La grasa que se extrajo de *L. mutabilis sweet* a partir de método Soxhlet en esta investigación corresponde a 22.41%, mientras que, el contenido graso que obtuvo **Salazar et al. (2021)** en las mismas condiciones geográficas se establece en 17.78%, si bien, no representa una diferencia considerable el motivo puede ser la maduración de la legumbre, ya que, según el estudio realizado por **Borek et al. (2009)** dentro de 3 especies de chocho, *L. mutabilis sweet* tiene mayor porcentaje de grasa, además, se encontró que el contenido de lípidos aumenta de forma proporcional al desarrollo de los cotiledones.

En sudamérica se ha encontrado más de 3000 genotipos de chocho andino, en el área ecuatoriana el INIAP cuenta con 530 accesiones correspondientes principalmente a *L. mutabilis sweet*, con un contenido de lípidos de 21.9% en 100 g de materia seca (**Chalampunte-Flores et al., 2021**). Por otra parte, las semillas de ecotipos encontrados en regiones andinas del área territorial peruana se encuentran en un rango de 13.60 – 18.55%, tomando en cuenta que el procesamiento de esta harina se realizó con semillas sin tratamiento de desamargado. Lo que permite estimar que las proporciones de grasa son similares, pero pueden variar según su genotipo, el pretratamiento, las condiciones de crecimiento y el territorio de cultivo (**Berru et al., 2021**).

Con respecto al porcentaje de grasa encontrado en melloco blanco se obtuvo 0.86% de grasa, el análisis sensorial realizado en Nueva Zelanda con tubérculos de Bolivia y Argentina posee un rango de 0.7 – 0.95% en materia seca, se encontró que existen diferencias significativas no relacionadas al punto geográfico de dónde se obtuvieron, de modo que, las posibilidades de estas variaciones se centran en la composición nutricional del cultivo e incluso al tratamiento posterior a realizar los análisis (**Busch et al., 2000**). Los resultados de esta investigación se encuentran en el rango establecido por el INIAP, que corresponde a 0,1-1,4% en contenido de materia seca (**INIAP, 1993**).

El melloco es un tubérculo cultivado ampliamente en regiones andinas, en el mundo puede encontrarse distintos tubérculos y raíces tuberosas como el camote (*Ipomoea batatas lam*) que al igual que el melloco posee bajo porcentaje de grasa (0.69%) en muestras de harina sin pretratamiento, mientras que en muestras tratadas con ácido cítrico se encontró que el contenido de grasa disminuyó significativamente (**Ngoma et al., 2019**). Además, la harina de *Solanum tuberosus* presenta de igual forma bajo contenido de

materia grasa (0.69%), se considera esta harina de buena calidad nutricional (**Nascimento & Canteri, 2018**).

### 3.2. Perfil lipídico

El perfil lipídico se realiza con el fin de establecer la calidad de ácidos grasos presentes en muestras de alimentos y así evaluar si tendría efectos positivos en la salud de acuerdo a estos requerimientos nutricionales (**X. Wang et al., 2019**).

En la tabla 11 se presenta el perfil lipídico completo de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*

**Tabla 11.**

*Perfil Lipídico. Porcentaje de ácidos grasos*

Ácidos grasos	Harina de Chocho ( <i>L. mutabilis sweet</i> )	Harina de Melloco ( <i>U. tuberosus</i> )
Ácido Palmítico	10,38	15,43
Ácido Oleico	51,92	5,92
Ácido Linoleico	30,43	71,94
Ácido Linolénico	2,45	6,71
Ácido Esteárico	3,17	Np*
Ácido Behénico	0,92	Np*
Ácido Araquídico	0,73	Np*

*Nota:* Se presentan los porcentajes de ácidos grasos en harina de chocho y melloco blanco.

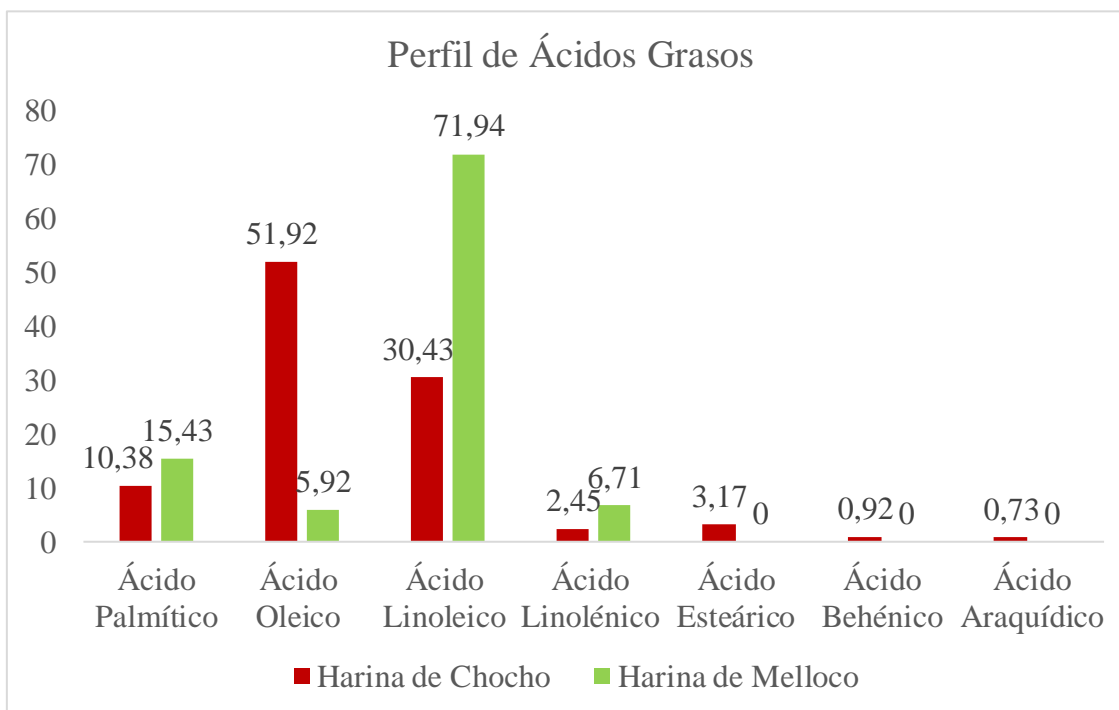
\*Abreviatura. Np: No presenta

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

La figura 4 se presenta la representación en diagrama de barras de los perfiles de lípidos que se obtuvieron a partir de cromatografía de gases.

**Figura 4**

*Ácidos Grasos Presentes en Harina de Chocho (*L. mutabilis sweet*) y melloco blanco (*U. tuberosus*)*



En la figura 4 se presentan estos porcentajes, siendo los más representativos ácidos linoléico (30.43%), ácido oleico (51.92%) y ácido palmítico (10.38%). En la investigación de **Rodríguez et al. (2022)**, determinó el porcentaje de ácidos grasos en aceite de tarwi, en el que se reportaron 10.9% en ácido palmítico, 6.3% en ácido esteárico, 54.2% en ácido oleico, 25.7% en ácido linoleico y 2.8% en ácido  $\alpha$ -linolénico. Carolina et al. (2018) detectaron que el proceso de desamagado puede influir en la composición de ácidos grasos. Además, en el estudio de **Villacrés et al. (2020)** se puede observar que al realizar una comparativa con granos con y sin el proceso de desamagado, existe el predominio de ácido oleico con 54.83% mientras que el porcentaje en granos desamagados se redujo a 52.03%. Por otro lado, el ácido linoénico aumentó de 25.6% a 26.7% luego del proceso de eliminación de compuestos alcaloides.

Según **Oteri et al. (2022)** el aceite de oliva tiene AG más abundantes a ácido oleico, linoleico y palmítico. El aceite con mayor porcentaje de ácido palmítico fue de 13.84%, ácido oleico 76.02% y ácido linoleico se encontró en rangos de 9.12-10.03% como se

observa en la Figura 4 existe similitud con el perfil lipídico de harina de chocho. Al existir esta relación con el aceite de oliva que posee beneficios a la salud como reducción del índice corporal, prevención de enfermedades cardiovasculares, efectos antiinflamatorios e inmunoreguladores (**Gaforio et al., 2019**), se podría intuir que el perfil lipídico similar presente en la harina de *L. mutabilis* tendría efectos positivos en la salud.

La harina de melloco blanco tiene mayormente ácido linoleico (71.94%), ácido palmítico (15.43%) y ácido linolénico (6.71%), perfil similar al que posee la harina de quinoa del Cusco en Perú de la variedad 420 Negra que posee 58.56% de ácido linoleico, en quinoa Roja Pasankalla tiene mayor similitud en sus porcentajes de ácido palmítico (10.54%) y linolénico (7.73%) (**Pachari et al., 2019**). El perfil difiere con la composición de ácido oleico ya que en esta matriz si bien se presenta en el perfil lipídico, no tiene cantidades representativas como en la quinua que tiene un rango de (18.74-31.08%) en distintas variedades. Por lo tanto, **Ballester-Sánchez et al. (2019)** mencionan que la cantidad de las concentraciones de ácido linoleico es mayor en comparación en productos elaborados con harina de trigo y este hecho podría indicar que el uso de las harinas con mayor proporción en estos ácidos tendría relación con la reducción del colesterol.

En otra perspectiva **Culetu et al. (2021)** refieren que, 15 matrices de harina sin gluten poseen en su composición mayormente ácido oleico, linoleico y palmítico, como se puede observar en la figura 4 la harina de chocho cumple con esta premisa, mientras que, la harina de melloco tiene mayor composición de ácido linoleico en comparación con su porcentaje de ácido oleico.

En un estudio realizado por **Maggio y Orecchio (2018)** en alimentos que no contienen gluten, se estableció que la cantidad de ácidos grasos monoinsaturados es mayoritaria en este tipo de harinas, no obstante, como se indica en la tabla 11 la harina de melloco no se rige a esta hipótesis, a esto quizá se debe a su tendencia a oxidarse (**Pacheco et al., 2019**).

### 3.3. Proporción de ácidos grasos

La alimentación juega un papel importante para la prevención de enfermedades. Se ha encontrado que los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados con configuración *cis*, son beneficiosos para reducir el colesterol, mientras que los ácidos grasos insaturados y aquellos que tienen configuración *trans* están ligados directamente con el aumento de LDL y la disminución de HDL (**Gordon, 2017**). En la Tabla 12 se muestra el porcentaje total de AGS, AGMI y AGPI en muestras de 100 gramos de harina.

**Tabla 12.**

*Porcentaje de Ácidos Totales*

Ácidos grasos	Harina de Chocho ( <i>L. mutabilis sweet</i> )	Harina de Melloco ( <i>U. tuberosus</i> )
*AGS	15.20	15.43
*AGMI	51.92	5.92
*AGPI	32.88	78.65
*AGIS	84.80	84.57

*Nota:* Se presenta el porcentaje de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.  
\*Abreviaturas. AGS: Ácidos Grasos Saturados. AGMI: Ácidos Grasos Monoinsaturados. AGPI: Ácidos Grasos Poliinsaturados.

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

Las harinas que no contienen gluten por lo general tienen en su composición la cantidad de ácidos grasos insaturados elevada. En el estudio realizado por (**Lazova, 2020**) se encontró que el porcentaje graso de AGS se encuentra en un rango de 14,35% hasta 39,39% en matrices correspondientes a arroz, arroz integral, maíz y garbanzo. Corroborando que los porcentajes de las matrices de chocho (15,20%) y melloco blanco (15,43%) al no contener gluten van a tener resultados similares.

Según el contenido de ácidos grasos presentes en la tabla 12, el chocho puede compararse con semillas oleaginosas, que en su potencial tienen la capacidad de prevenir enfermedades y retrasar el proceso de envejecimiento (**Morya et al., 2022**). Este



supuesto se sustenta por el estudio realizado con harina de semillas de calabaza, el cuál presenta porcentajes de AGS (15.54%), AGMI (44.81%) y AGPI (39.46%) (**Öztürk & Turhan, 2020**).

Además, se encontró a la harina de maní con cantidades similares en los tres indicadores AGS (15.5%), AGMI (64%) y AGPI (20.5%). Por otro lado, las harinas de calabaza, germen de maíz y cardo de leche son similares en su contenido de ácidos grasos saturados (**Miedzianka et al., 2021**). Es importante mencionar que, aunque el porcentaje de ácidos grasos saturados e insaturados es similar, la composición de ácidos que conforman la harina de chocho es diferente, ya que, se encuentra en estos perfiles ácido láurico, mirístico, palmitoleico y los mismos que difieren en la presente investigación. No obstante, este tipo de semillas tiene alta demanda industrial principalmente por su contenido de ácidos monoinsaturados (**Ballester-Sánchez et al., 2019**).

Acerca de la harina de melloco, al comparar su contenido de grasa con el tubérculo chufa, cultivada en España, se encontró similitud en la cantidad de ácidos grasos saturados en su composición, no obstante, dentro de su perfil se halla ácido ciánico y araquídico, que contrasta con la composición de ácidos saturados en la presente matriz (**Yu et al., 2022**). Según, **De Bock et al. (2021)** las harinas de amaranto y quinua tienen en su composición lipídica mayor cantidad de ácido linoleico, siendo la quinua la matriz con mayor proporción del mismo, tal como se puede observar en la tabla 11 ocurre con la composición de la materia prima analizada.

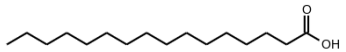
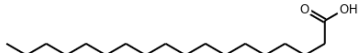
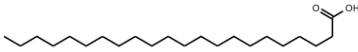
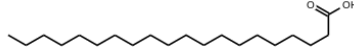
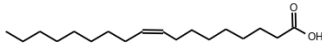
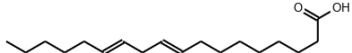
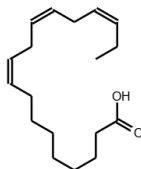
Además, el contenido elevado de ácidos grasos poliinsaturados hace que el producto tenga tendencia a oxidarse y en consecuencia la vida útil se reduzca, por otro lado, si el contenido de ácidos grasos monoinsaturados es alto, se encuentra protegido de la autooxidación (**Y. Yang et al., 2022**). En la tabla 12 se indican los porcentajes de estos indicadores, a partir de los datos obtenidos se puede considerar que la harina de chocho tiene más estabilidad por su contenido elevado de ácidos grasos monoinsaturados.

### **3.4. Clasificación de ácidos grasos**

La tabla 13 presenta la clasificación de ácidos grasos en harina de chocho (*L. mutabilis sweet*) según sus enlaces dobles en su estructura química.

**Tabla 13.**

*Clasificación de ácidos grasos en harina de chocho (L. mutabilis sweet).*

Ácidos grasos	Harina de Chocho ( <i>L. mutabilis sweet</i> )	Composición química
Saturados	Ácido Palmítico	
	Ácido Estearico	
	Ácido Behénico	
	Ácido Araquídico	
Monoinsaturados	Ácido Oleico (Cis-9)	
	Ácido Linoleico	
Poliinsaturados	Ácido Linolénico	

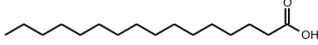
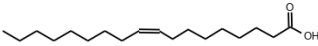
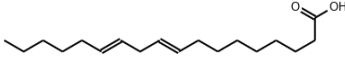
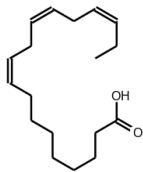
*Nota:* Se presenta la clasificación de ácidos y su composición química en harina de chocho.

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

La tabla 14 presenta la clasificación de ácidos grasos en harina de melloco blando (*U. tuberosus*) según sus enlaces dobles en su estructura química.

**Tabla 14.**

*Clasificación de ácidos grasos en harina de melloco (U. tuberosus).*

Ácidos grasos	Harina de Melloco ( <i>U. tuberosus</i> )	Fórmula química
Saturados	Ácido Palmítico	
Monoinsaturados	Ácido Oleico (Cis-9)	
	Ácido Linoleico	
Poliinsaturados	Ácido Linolénico	

*Nota:* Se presenta la clasificación de ácidos y su composición química en harina de melloco.

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

El presente estudio identificó un total de 7 ácidos grasos en harina de chocho, mientras que, en harina de melloco se encontraron 4. Los ácidos grasos saturados se encuentran asociados generalmente con enfermedades crónicas (**Zhaoqing et al., 2022**). El ácido palmítico (C16:0) está presente en las dos matrices, este ácido saturado está ligado con la expresión de citocinas inflamatorias que en consecuencia puede producir resistencia a la insulina (**Korbecki & Bajdak-Rusinek, 2019**), apoptosis celular (**L. Yang et al., 2018**), disfunción tiroidea y diversos problemas de salud (**Zhou et al., 2022**).

El ácido esteárico (C18:0) presente únicamente en *L. mutabilis sweet*. Según, **Van Rooijen y Mensink (2020)** reduce las concentraciones de colesterol LDL y HDL comparándolo con ácido palmítico, por otro lado, **Kim et al. (2021)** indican en su estudio

que el aumento de ácido esteárico en pacientes con fibrosis pulmonar puede tener una actividad anti fibrótica.

Los ácidos grasos saturados de cadena de carbonos de 20 o más carbonos, como el ácido behénico (C22:0) y el ácido araquídico (20:0) encontrados en cantidades bajas en harina de *L.mutabilis sweet*, pueden tener beneficios para la salud (**Lemaitre & King, 2022**). **Ardisson Korat et al. (2020)** indican en su investigación que la presencia de estos ácidos se asoció con la disminución del riesgo a sufrir diabetes tipo 2, tanto en hombre como en mujeres. Además, **Liu et al. (2020)** muestran que los porcentajes más altos de estos ácidos se asocian con la prevención de sufrir enfermedades cardiovasculares.

El ácido oleico es un monoinsaturado presente en las dos harinas de esta investigación y representa el ácido de mayor proporción en la harina de tarwi (51,92%), generando una ventaja dentro de la salud, ya que, **Piccinin et al. (2019)** puntualizan en la contribución en la regulación de enfermedades inflamatorias o ligadas al estrés. También, **Kandel et al. (2022)** indican que puede ser fundamental para proliferar células madre y la regeneración neuronal.

El ácido linoleico (C: 18:2), **Den Hartigh (2019)** realizó una recopilación de estudios que arrojan resultados preclínicos, en los que se determina que se puede comprobar la reducción de grasa en roedores, no obstante, no es comprobable en humanos (**Wendel et al., 2009**). A su vez, se sugiere que puede prevenir la aterosclerosis, mejora la presión arterial y reduce los niveles de riesgo de generar enfermedades cardiovasculares (**Basak & Duttaroy, 2020**). En este estudio se encontró en harina de melloco un porcentaje de (71,94%), siendo el ácido graso más abundante en su composición.

El ácido linolénico presente en las dos matrices puede ser favorable para optimizar los niveles de ácido docosahexaenoico concentrados en la retina (**Sinclair et al., 2022**). Tiene efectos antiinflamatorios, mejora el microbiota intestinal y la homeostasis en tejido adiposo blanco, hígado e intestinal (**Gao et al., 2020**).

### **3.5. Determinación de la calidad nutricional en harinas**

Con el fin de establecer si el producto que se evaluó en esta investigación se encuentra dentro de los rangos con buenos índices nutricionales de ácidos grasos se ha realizado los índices  $\omega 6/\omega 3$ , AGS/AGPI y aterogenicidad, como se indica en la tabla 15.

**Tabla 15***Índices de calidad nutricional*

<b>Índices de calidad nutricional</b>	<b>Harina de Chocho</b>	<b>Harina de Melloco</b>
Relación $\omega 6/\omega 3$	12,42	10,72
Relación AGPI/AGS	2,16	5,08
Índice de aterogénico	0,12	0,18

Nota: Los índices fueron calculados a partir de los datos indicados en la tabla 11 y 12.

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

El índice  $\omega 6/\omega 3$  es un indicador que considera la prevención de enfermedades cardiovasculares. Es recomendable que exista un valor inferior a 4,0 (**Zhang et al., 2020**). En la presente, este índice es mayor al que se recomienda para su consumo. No obstante, este índice no puede tomarse como un indicador absoluto de la calidad nutricional debido a que no se estudian los distintos parámetros dentro de la composición del perfil lipídico (**Harris, 2018**).

La relación AGPI/AGS es un parámetro que se usa principalmente para evaluar la calidad nutricional, es recomendable que sea mayor a 0,45 en la dieta (**Woloszyn et al., 2020**). Por lo tanto, en los resultados presentados en esta investigación, se puede considerar que existe una relación adecuada en este parámetro, tomando en cuenta, que **Rosqvist et al. (2019)** indican en su estudio que el consumo de AGPI mayor a AGS redujo el colesterol total y previene la acumulación de grasa hepática.

El índice de aterogenicidad indica la relación que existe entre ácidos grasos saturados y ácidos grasos insaturados aterogénicos (**Pretorius & Schönfeldt, 2021**), como se muestra en la tabla 15 el índice es bajo en el caso de las dos harinas, ya que tienen valores similares, por lo tanto, se puede estimar que el consumo de estas harinas va a reducir los niveles de colesterol en el plasma sanguíneo (**Chen & Liu, 2020**), con este índice se puede predecir el riesgo de sufrir aterosclerosis y enfermedades cardiovasculares, las mismas a las que se atribuyen altas tasas de mortalidad (**Shin et al., 2022**).

### 3.6. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza con prueba de comparación de Tukey y un nivel de significancia de 95%, para establecer si existen diferencias significativas entre las muestras de harina y su composición lipídica. Como se indica en la tabla 16 se puede identificar que las harinas no tienen ninguna similitud en cuanto al porcentaje de grasas y los ácidos en su composición.

**Tabla 16**

*Análisis Estadístico*

<b>Matriz</b>	<b>Extracción de grasa</b>	<b>Ácido Linolénico</b>	<b>Ácido Linoleico</b>	<b>Ácido Oleico</b>	<b>Ácido Palmítico</b>
Melloco	0,86±0,05 <sup>A</sup>	6,71±0,05 <sup>B</sup>	71,94±0,05 <sup>B</sup>	5,92±0,05 <sup>A</sup>	15,43±0,05 <sup>A</sup>
Chocho	22,41±0,25 <sup>B</sup>	2,45±0,05 <sup>A</sup>	30,43±0,05 <sup>A</sup>	51,92±0,05 <sup>B</sup>	10,38±0,05 <sup>B</sup>

*Nota:* Se realizó un análisis de varianza ANOVA con prueba de Tukey a un nivel de significancia del 95%. Los superíndices A y B representan las diferencias significativas en las muestras.

*Elaborado por:* (Sánchez, 2023)

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Se extrajo la materia grasa de las harinas de *L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*, a partir de método Soxhlet realizado con un extractor por solventes VELP Scientifica SER 148, se obtuvo 22,41% y 0,86%, respectivamente. Acerca de estos porcentajes se encontraron datos similares en estudios realizados con estas matrices en puntos geográficos, pretratamiento o condiciones de cultivo diferentes lo que explicaría el motivo de sutiles variaciones dentro de los porcentajes obtenidos en esta investigación.

Se realizó el análisis del perfil lipídico a partir de una cromatografía de gases con detector FID, se obtuvo todos los ácidos grasos presentes en la composición lipídica. Se encontraron 7 ácidos grasos en la harina de chocho, siendo los más abundantes; ácido oleico, linoleico y palmítico. Por otro lado, la harina de melloco tuvo 4 ácidos grasos, los más representativos según su porcentaje fueron el ácido linoleico y palmítico. Se compararon con perfiles lipídicos similares de harinas semillas oleaginosas, sin gluten, las mismas que han sido estudiadas debido a sus efectos positivos en la salud.

Se estableció la proporción de ácidos grasos enfocada en la presencia de enlaces dobles, es decir, saturados e insaturados. En el cual se pudo determinar mayor existencia de AGMI en harina de chocho, mientras que, el mayor porcentaje de AGPI se encontró en harina de melloco blanco, por lo que esta última tiende a tener menos estabilidad por su tendencia a oxidarse. Además, se realizó el análisis de la calidad nutricional en la que se puede observar que el índice  $\omega 6/\omega 3$  es el único que no se encuentra dentro de los rangos establecidos, no obstante, se puede estimar que no va a provocar daños a la salud al consumirlos. Los índices AGPI/AGS y aterogenicidad pueden indicar que el uso de las dos harinas es beneficioso para la salud.

Se obtuvo el perfil lipídico de las harinas de dos matrices de harina de cultivos andinos (*L. mutabilis sweet* y *U. tuberosus*) en el que se extrajo su composición de grasa, se realizó un proceso de transesterificación para la conversión de ésteres metílicos que

son compatibles dentro de un cromatógrafo de gases, a partir de este análisis se encontraron diferentes ácidos grasos, a partir de revisión bibliográfica se descubrió sus efectos beneficiosos o perjudiciales, en base a ello se comprendió que solamente el ácido palmítico no se recomienda consumir en grandes cantidades, sin embargo, no se encontró en proporciones preocupantes. Además, los índices de calidad nutricional indican resultados favorables a excepción del índice  $\omega 6/\omega 3$ . Por otro lado, al comparar estadísticamente los datos obtenidos entre las dos matrices se pudo determinar que no existen similitudes en su composición, de manera que son estadísticamente distintas en cuanto a su composición lipídica.



## 4.2. Recomendaciones

- Es fundamental realizar estudios enfocados en el valor nutricional respecto a macro y micronutrientes que generan beneficios en la salud, conocer si cumplen con estándares establecidos por la FAO y verificar si los requerimientos nutricionales cumplen con las normas nacionales o es necesario realizar enriquecimiento.
- Para realizar productos funcionales que tengan mejor aporte nutricional respecto a su perfil lipídico es necesario elaborar formulaciones que compensen la relación  $\omega 6:\omega 3$ , con la incorporación de cultivos nativos que tengan mayor porción de  $\omega 3$ .
- Para hacer uso de estas harinas en la producción de alimentos funcionales es necesario realizar un análisis de perfil lipídico que abarque el proceso de cocción, con el fin de asegurar la calidad de los ácidos grasos después de la realización de este procedimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akoh, C. C. (2017). *Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology*. Lugar de Publicación: CRC press.
- Al-Bukhaiti, W. Q., Noman, A., Qasim, A. S., Al-Farga, A. J. I. J. o. A. I., & Research. (2017). Gas chromatography: Principles, advantages and applications in food analysis. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 6(1), 2319-1473.
- Albuquerque, T. G., Bragotto, A. P. A., & Costa, H. S. (2022). Processed Food: Nutrition, Safety, and Public Health. *Int J Environ Res Public Health*, 19(24). doi:10.3390/ijerph192416410
- Amal, Z., Colette, B., Larbi, R., Amira, H., Tayssir, H., & Karim, A. (2019). How does instant autovaporization deepen the cold press-extraction process of sunflower vegetal oil? *Journal of Food Engineering*, 263, 70-78. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.04.024>
- Ardisson Korat, A. V., Malik, V. S., Furtado, J. D., Sacks, F., Rosner, B., Rexrode, K. M., . . . Sun, Q. (2020). Circulating Very-Long-Chain SFA Concentrations Are Inversely Associated with Incident Type 2 Diabetes in US Men and Women. *J Nutr*, 150(2), 340-349. doi:10.1093/jn/nxz240
- Arostegui Acostupa, J., & Paz Rimari, J. (2021). *Ullucus tuberosus Caldas: Revisión de un tubérculo andino de interés nutracético*. María Auxiliadora Perú.
- Astrup, A., Magkos, F., Bier, D., Oliveira, M., Hill, J., King, J., . . . Krauss, R. (2020). Saturated Fats and Health: A Reassessment and Proposal for Food-Based Recommendations: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(7), 844-857. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.05.077>
- Ballester-Sánchez, J., Millán-Linares, M. C., Fernández-Espinar, M. T., & Haros, C. M. (2019). Development of Healthy, Nutritious Bakery Products by Incorporation of Quinoa. *Foods*, 8(9), 379.

- Barnes, J., Whiley, H., Ross, K., & Smith, J. (2022). Defining Food Safety Inspection. *Int J Environ Res Public Health*, *19*(2). doi:10.3390/ijerph19020789
- Basak, S., & Duttaroy, A. K. (2020). Conjugated Linoleic Acid and Its Beneficial Effects in Obesity, Cardiovascular Disease, and Cancer. *Nutrients*, *12*(7), 1913.
- Beermann, C. (2022). *Food and the Immune System: Molecular Mechanisms and Nutritional Relevance in Health and Disease*. Lugar de Publicación: Springer Nature.
- Berru, L. B., Glorio-Paulet, P., Basso, C., Scarafoni, A., Camarena, F., Hidalgo, A., & Brandolini, A. (2021). Chemical Composition, Tocopherol and Carotenoid Content of Seeds from Different Andean Lupin (*Lupinus mutabilis*) Ecotypes. *Plant Foods Human Nutrition*, *76*(1), 98-104. doi:10.1007/s11130-021-00880-0
- Bobrek, K., Broersen, B., Aburto, N., Garg, A., Serdula, M., Velázquez, F., . . . Pachón, H. (2021). Most national, mandatory flour fortification standards do not align with international recommendations for iron, zinc, and vitamin B12 levels. *Food Policy*, *99*, 101996. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101996>
- Borek, S., Pukacka, S., Michalski, K., & Ratajczak, L. (2009). Lipid and protein accumulation in developing seeds of three lupine species: *Lupinus luteus* L., *Lupinus albus* L., and *Lupinus mutabilis* Sweet. *J Exp Bot*, *60*(12), 3453-3466. doi:10.1093/jxb/erp186
- Bravo-Ruiz, I., Medina, M. Á., & Martínez-Poveda, B. (2021). From Food to Genes: Transcriptional Regulation of Metabolism by Lipids and Carbohydrates. *Nutrients*, *13*(5), 1513.
- Bryant, L., Rangan, A., & Grafenauer, S. (2022). Lupins and Health Outcomes: A Systematic Literature Review. LID - 10.3390/nu14020327 [doi] LID - 327. *Nutrients*, *14*(2072-6643 (Electronic)), 327.
- Busch, J. M., Sangketkit, C., Savage, G. P., Martin, R. J., Halloy, S., & Deo, B. (2000). Nutritional analysis and sensory evaluation of ulluco (*Ullucus tuberosus* Loz) grown in New Zealand. *Journal of the Science of Food Agriculture*, *80*(15), 2232-2240.

- Caicedo, C., Murillo, A., Pinzón, J., Peralta, E., & Rivera, M. (2010). INIAP-450 Andino: Variedad de Chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*).
- Cao, X., Xia, J., Zhou, Y., Wang, Y., Xia, H., Wang, S., Sun, G. (2022). The Effect of MUFA-Rich Food on Lipid Profile: A Meta-Analysis of Randomized and Controlled-Feeding Trials. *Foods*, *11*(13). doi:10.3390/foods11131982
- Cardoso, R., Fernandes, Â., González-Paramás, A., Barros, L., & Ferreira, I. (2019). Flour fortification for nutritional and health improvement: A review. *Food Research International*, *125*, 108576. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108576>
- Carolina, A. C., Ramiro, N. C., Norberto, B., & Adriana, N. R. (2018). Changes in the fatty acid composition in bitter *Lupinus* species depend on the debittering process. *Food Chemistry*, *263*, 151-154. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.04.118>
- Carvajal-Larenas, F. (2019). Nutritional, rheological and sensory evaluation of *Lupinus mutabilis* food products—a Review. *Czech Journal of Food Sciences*, *37*(5), 301-311.
- Chalampunte-Flores, D., Bastidas, C. T., & Sørensen, M. (2021). The Andean lupine- ‘El Chocho’ or ‘Tarwi’ (*Lupinus mutabilis Sweet*). *Biodivers Online J*, *1*(4).
- Chen, J., & Liu, H. (2020). Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review. *Int J Mol Sci*, *21*(16), 5695.
- Church, D., Hirsch, K. R., Park, S., Kim, I. Y., Gwin, J. A., Pasiakos, S. M., Ferrando, A. A. (2020). Essential Amino Acids and Protein Synthesis: Insights into Maximizing the Muscle and Whole-Body Response to Feeding. *Nutrients*, *12*(2072-6643 (Electronic)).
- Colcha, H. E. M., Vásquez, C. R. V., Villacis, C. E. C., & Hidalgo, E. Y. R. J. R. R. C. d. I. I. y. e. C. (2019). Desnutrición en Niños Menores de 5 Años: complicaciones y manejo a nivel mundial y en Ecuador. *3*(1), 345-361.
- Constitución de la República del Ecuador, § Art. 281 (2008).

- Córdova-Ramos, J. S., Glorio-Paulet, P., Camarena, F., Brandolini, A., & Hidalgo, A. (2020). Andean lupin (*Lupinus mutabilis Sweet*): processing effects on chemical composition, heat damage, and in vitro protein digestibility. *Cereal Chemistry*, 97(4), 827-835.
- Culetu, A., Susman, I. E., Duta, D. E., & Belc, N. (2021). Nutritional and Functional Properties of Gluten-Free Flours. *Applied sciences*, 11(14), 6283.
- De Bock, P., Daelemans, L., Selis, L., Raes, K., Vermeir, P., Eeckhout, M., & Van Bockstaele, F. (2021). Comparison of the Chemical and Technological Characteristics of Wholemeal Flours Obtained from Amaranth (*Amaranthus sp.*), Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Buckwheat (*Fagopyrum sp.*) Seeds. *Foods*, 10(3), 651.
- Den Hartigh, L. J. (2019). Conjugated Linoleic Acid Effects on Cancer, Obesity, and Atherosclerosis: A Review of Pre-Clinical and Human Trials with Current Perspectives. *Nutrients*, 11(2). doi:10.3390/nu11020370
- Desalegn Melese, A., & Olika Keyata, E. (2022). Impacts of Pretreatment Techniques on the Quality of Tuber Flours. *ScientificWorldJournal*, 2022, 9323694. doi:10.1155/2022/9323694
- Fagbemi, K. O., Aina, D. A., & Olajuyigbe, O. O. (2021). Soxhlet Extraction versus Hydrodistillation Using the Clevenger Apparatus: A Comparative Study on the Extraction of a Volatile Compound from Tamarindus indica Seeds. *ScientificWorldJournal*, 2021, 5961586. doi:10.1155/2021/5961586
- FAO. (2018). World Food and Agriculture—Statistical Pocketbook. In: FAO Rome, Italy.
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2022). Versión resumida de: El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Transformación de los sistemas alimentarios en aras de la seguridad alimentaria, una mejor nutrición y dietas asequibles y saludables para todos.
- Gaforio, J. J., Visioli, F., Alarcón-de-la-Lastra, C., Castañer, O., Delgado-Rodríguez, M., Fitó, M., . . . Tsatsakis, A. M. (2019). Virgin Olive Oil and Health: Summary of

the III International Conference on Virgin Olive Oil and Health Consensus Report, JAEN (Spain) 2018. *Nutrients*, 11(9), 2039.

Gao, X., Chang, S., Liu, S., Peng, L., Xie, J., Dong, W., Sheng, J. (2020). Correlations between  $\alpha$ -Linolenic Acid-Improved Multitissue Homeostasis and Gut Microbiota in Mice Fed a High-Fat Diet. *ASM*, 5(6), e00391-00320. doi:doi:10.1128/mSystems.00391-20

Gershuni, V. M. (2018). Saturated Fat: Part of a Healthy Diet. *Current Nutrition Reports*, 7(3), 85-96.

Gordillo, G., & Méndez, O. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias (documento base para discusión). Santiago, Chile: 2013. FAO. In.

Gordon, I. (2017). *Foods, Nutrients and Food Ingredients with Authorised EU Health Claims 2015* (Vol. 2).

Guilengue, N., Alves, S., Talhinhos, P., & Neves-Martins, J. (2020). Genetic and Genomic Diversity in a Tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) Germplasm Collection and Adaptability to Mediterranean Climate Conditions. *10*(1), 21.

Gulisano, A., Dechesne, A., Paulo, M. J., & Trindade, L. M. J. G. B. (2022). Investigating the potential of Andean lupin as a lignocellulosic feedstock for Europe: First genome-wide association study on *Lupinus mutabilis* biomass quality.

Hammond Hammond, S. D., Viehmannova, I., Zamecnik, J., Panis, B., & Hlasna Cepkova, P. (2019). Efficient slow-growth conservation and assessment of clonal fidelity of *Ullucus tuberosus caldas* microshoots. *Plany Cell Tiss Organ Cult*, 138, 559-570.

Harris, W. (2018). The Omega-6:Omega-3 ratio: A critical appraisal and possible successor. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 132, 34-40. doi:<https://doi.org/10.1016/j.plefa.2018.03.003>

Hewavitharana, G. G., Perera, D. N., Navaratne, S. B., & Wickramasinghe, I. (2020). Extraction methods of fat from food samples and preparation of fatty acid methyl

- esters for gas chromatography: A review. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(8), 6865-6875. doi:<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.039>
- Huai-Hsuan, C., & Ching-Hua, K. (2020). Gas chromatography-mass spectrometry-based analytical strategies for fatty acid analysis in biological samples. *Journal of Food and Drug Analysis*, 28(1), 60-73. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2019.10.003>
- Illescas, L. M. A., Vizcaíno, T. F. B., & Suárez, J. P. A. J. R. A. d. E. A. (2020). Análisis económico de cultivos andinos presentes en las provincias de Imbabura y Carchi–Ecuador. 21(1), 43-60.
- INEC. (2022). Boletín técnico: Módulo económico- Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria Continua, 2019.
- INIAP. (1993). El melloco, características técnicas de cultivo y potencial en el Ecuador
- Jarosław, C., Anna, G., & Aleksander, S. (2021). *Lupinus mutabilis* seed composition and its comparison with other lupin species. *Journal of Food Composition and Analysis*, 99, 103875. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103875>
- Jimenez, A. (2018). IX Foro del Frente Parlamentario contra el Hambre de América Latina y el Caribe.
- Jin, M., Zheng, W., Zhang, Y., Gao, B., & Yu, L. L. (2020). Lipid Compositions and Geographical Discrimination of 94 Geographically Authentic Wheat Samples Based on UPLC-MS with Non-Targeted Lipidomic Approach. *Foods*, 10(1). doi:10.3390/foods10010010
- Kandel, P., Semerci, F., Mishra, R., Choi, W., Bajic, A., Baluya, D., Maletic-Savatic, M. (2022). Oleic acid is an endogenous ligand of TLX/NR2E1 that triggers hippocampal neurogenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 119(13), e2023784119. doi:10.1073/pnas.2023784119
- Kim, H. S., Yoo, H. J., Lee, K. M., Song, H. E., Kim, S. J., Lee, J. O., Song, J. W. J. R. (2021). Stearic acid attenuates profibrotic signalling in idiopathic pulmonary fibrosis. *Respirology*, 26(3), 255-263.

- Korbecki, J., & Bajdak-Rusinek, K. (2019). The effect of palmitic acid on inflammatory response in macrophages: an overview of molecular mechanisms. *Inflammation Research*, 68(11), 915-932.
- Kruger, J., Taylor, J. R., Ferruzzi, M. G., Debelo, H. J. C. R. i. F. S., & Safety, F. (2020). What is food-to-food fortification? A working definition and framework for evaluation of efficiency and implementation of best practices. *19*(6), 3618-3658.
- Lanchimba, R. (2021). Desnutrición Crónica Infantil Uno de los mayores problemas de salud pública en Ecuador.
- Lazova. (2020). Fatty acid composition of rice flour millet and chickpeas for the production of gluten free bread. *Agrolife Scientific*, 9, 175-178.
- Lemaitre, R. N., & King, I. B. (2022). Very long-chain saturated fatty acids and diabetes and cardiovascular disease. *Curr Opin Lipidol*, 33(1), 76-82. doi:10.1097/mol.0000000000000806
- Lim, T. K. (2016). *Ullucus tuberosus*.
- Liu, M., Zuo, L. S., Sun, T. Y., Wu, Y. Y., Liu, Y. P., Zeng, F. F., & Chen, Y. M. (2020). Circulating Very-Long-Chain Saturated Fatty Acids Were Inversely Associated with Cardiovascular Health: A Prospective Cohort Study and Meta-Analysis. *Nutrients*, 12(9). doi:10.3390/nu12092709
- Macías, A., Hurtado, J. R., Cedeño, D. M., Vite, F. A., Scott, M. M., Vallejo, P. A., . . . Ubillús, S. P. (2018). *Introducción al estudio de la bioquímica* (Vol. 28). Lugar de Publicación: 3Ciencias.
- Maggio, A., & Orecchio, S. (2018). Fatty Acid Composition of Gluten-Free Food (Bakery Products) for Celiac People. *Foods*, 7(6), 95.
- Málaga, J., Avila-Santamaría, J. J., & Carpio, C. E. (2019). The Andean Region. *34*(3), 1-9.
- Medina-Pérez, E., Ruíz-Domínguez, M., Morales-Espinoza, J., & Cerezal-Mezquita, P. J. I. T. (2019). Evaluación del perfil de ácidos grasos de *Isochrysis galbana*



- mediante el uso de métodos ácidos y alcalinos de transesterificación. *83*(1), 66-75.
- Melby, C. L., Orozco, F., Averett, J., Muñoz, F., Romero, M. J., & Barahona, A. (2020). Agricultural Food Production Diversity and Dietary Diversity among Female Small Holder Farmers in a Region of the Ecuadorian Andes Experiencing Nutrition Transition. *12*(8), 2454.
- Mensah, G. A., Roth, G. A., & Fuster, V. (2019). The Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors: 2020 and Beyond. *J Am Coll Cardiol*, *74*(20), 2529-2532. doi:10.1016/j.jacc.2019.10.009
- Miedzianka, J., Drzymała, K., Nemś, A., & Kita, A. (2021). Comparative evaluation of the antioxidant, antimicrobial and nutritive properties of gluten-free flours. *Sci Report*.
- Miranda-Ramos, K. C., Sanz-Ponce, N., & Haros, C. M. (2019). Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *Lwt*, *114*, 108418.
- Morya, S., Mena, F., Jiménez-López, C., Lourenço-Lopes, C., BinMowyna, M. N., & Alqahtani, A. (2022). Nutraceutical and Pharmaceutical Behavior of Bioactive Compounds of Miracle Oilseeds: An Overview. *Foods*, *11*(13). doi:10.3390/foods11131824
- Muhammad, S., Azlan, A., Ismail, A., & Mahmud Ab Rashid, N. K. (2021). Method Development and Validation for Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Fish Using Gas Chromatography with Flame Ionization Detection (GC-FID). *Molecules*, *26*(21). doi:10.3390/molecules26216592
- Murphy, M., Srivastava, R., & Deans, K. (2020). *Bioquímica Clínica. Texto y Atlas En Color*. Lugar de Publicación: Elsevier.
- Nascimento, R. F. d., & Canteri, M. H. (2018). Effect of blanching on physicochemical characteristics of potato flour. *Horticultura Brasileira*, *36*, 461-465.

- Ngoma, K., Mashau, M. E., & Silungwe, H. (2019). Physicochemical and Functional Properties of Chemically Pretreated *Ndou Sweet Potato* Flour. *Int J Food Sci*, 2019, 4158213. doi:10.1155/2019/4158213
- Noriega, D., Villavicencio, C., Domínguez, L., Avilés, R., & Echavarría, A. P. (2019). Determinación del valor nutricional y la inocuidad de un puré infantil usando aditivos naturales. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 6(23), 57-74.
- Olubukola, O. B. (2022). *Food Security and Safety. African Perspectives* (Vol. 2). Lugar de Publicación: Springer.
- OMS. (2019). *The state of food security and nutrition in the world 2019: safeguarding against economic slowdowns and downturns* (Vol. 2019). Lugar de Publicación: Food & Agriculture Org.
- Oteri, M., Rigano, F., Micalizzi, G., Casale, M., Malegori, C., Dugo, P., & Mondello, L. (2022). Comparison of lipid profile of Italian Extra Virgin Olive Oils by using rapid chromatographic approaches. *Journal of Food Composition and Analysis*, 110, 104531. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104531>
- Owusu-Apenten, R., & Vieira, E. R. (2022). *Elementary Food Science*. Lugar de Publicación: Springer.
- Öztürk, T., & Turhan, S. (2020). Physicochemical properties of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed kernel flour and its utilization in beef meatballs as a fat replacer and functional ingredient. *Journal of Food Processing Preservation*, 44(9), e14695.
- Pachari, E., Alca, J. J., Rondón, G., Callejas, N., & Jachmanián, I. (2019). Comparison of the lipid profile and tocopherol content of four Peruvian quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars ('Amarilla de Maranganí', 'Blanca de Juli', INIA 415 'Roja Pasankalla', INIA 420 'Negra Collana') during germination. *Journal of Cereal Science*, 88, 132-137. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.05.015>
- Pacheco, M. T., Escribano-Bailón, M. T., Moreno, F. J., Mar, V., & Montserrat, D. (2019). Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in

- Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103258. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103258>
- Paszczyk, B., Polak-Śliwińska, M., & Łuczyńska, J. (2020). Fatty Acids Profile, Trans Isomers, and Lipid Quality Indices in Smoked and Unsmoked Cheeses and Cheese-Like Products. *Environmental Research and Public Health*, 17(1), 71.
- Patel, V. B., & Preedy, V. R. (2017). *Biomarkers in Liver disease*. Lugar de Publicación: Springer.
- Pellicciari, C., Biggiogera, M., & Malatesta, M. (2022). *Histochemistry of single molecules. Methods and Protocols* Lugar de Publicación: Springer.
- Piccinin, E., Cariello, M., De Santis, S., Ducheix, S., Sabbà, C., Ntambi, J. M., & Moschetta, A. (2019). Role of Oleic Acid in the Gut-Liver Axis: From Diet to the Regulation of Its Synthesis via Stearoyl-CoA Desaturase 1 (SCD1). *Nutrients*, 11(10). doi:10.3390/nu11102283
- Plustea, L., Negrea, M., Cocan, I., Radulov, I., Tulcan, C., Berbecea, A., . . . Alexa, E. (2022). Lupin (*Lupinus spp.*)-Fortified Bread: A Sustainable, Nutritionally, Functionally, and Technologically Valuable Solution for Bakery. 11(14), 2067.
- Poole, C. (2021). *Gas chromatography*. Lugar de Publicación: Elsevier.
- Pretorius, B., & Schönfeldt, H. C. (2021). Cholesterol, fatty acids profile and the indices of atherogenicity and thrombogenicity of raw lamb and mutton offal. *Food Chemistry*, 345, 128868. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128868>
- Rodríguez, G., Aguirre, E., Córdova-Chang, A., Muñoz-Saenz, J. C., Baquerizo, M., Brandolini, A., . . . Hidalgo, A. (2022). Modification of the Nutritional Quality and Oxidative Stability of Lupin (*Lupinus mutabilis Sweet*) and Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) Oil Blends. *Molecules*, 27(21), 7315.
- Rosqvist, F., Kullberg, J., Ståhlman, M., Cedernaes, J., Heurling, K., Johansson, H. E., . . . Risérus, U. (2019). Overeating Saturated Fat Promotes Fatty Liver and Ceramides Compared With Polyunsaturated Fat: A Randomized Trial. *J Clin Endocrinol Metab*, 104(12), 6207-6219. doi:10.1210/jc.2019-00160

- Saini, R. K., Prasad, P., Shang, X., & Keum, Y. S. (2021). Advances in Lipid Extraction Methods. A Review. *International Journal of Molecular Science*, 22(24). doi:10.3390/ijms222413643
- Salazar, D. (2021). *Caracterización y Aptitud Tecnológica de Residuos Agroindustriales y Cultivos Andinos para el Diseño y Desarrollo de Alimentos*. Universidad Complutense de Madrid,
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and Technological Potential of Underutilized Ancestral Andean Crop Flours from Ecuador. *11*(9), 1693.
- Salhuana, J. G., Alvarado, M. P., Lázaro, A., Jiménez, L., & Vasquez, V. (2019). Empleo de tres métodos de desamargado a través de la evaluación sensorial de harina y pan de *Lupinus mutabilis* Sweet. *Agroindustrial Science*, 9(1), 53-59.
- Shin, H. R., Song, S., Cho, J. A., & Ly, S. Y. (2022). Atherogenic Index of Plasma and Its Association with Risk Factors of Coronary Artery Disease and Nutrient Intake in Korean Adult Men: The 2013-2014 KNHANES. *Nutrients*, 14(5). doi:10.3390/nu14051071
- Sinclair, A. J., Guo, X. F., & Abedin, L. (2022). Dietary Alpha-Linolenic Acid Supports High Retinal DHA Levels. *Nutrients*, 14(2). doi:10.3390/nu14020301
- Suquilanda, M. (2011). Producción orgánica de cultivos andinos. Manual técnico. *FAOEC*.
- Svenson, J., Smallfield, B. M., Joyce, N. I., Sansom, C. E., & Perry, N. (2008). Betalains in red and yellow varieties of the Andean tuber crop ulluco (*Ullucus tuberosus*). *Agricultural Food Chemistry*, 56(17), 7730-7737.
- Tormási, J., & Abrankó, L. (2021). Assessment of Fatty Acid-Specific Lipolysis by In Vitro Digestion and GC-FID. *Nutrients*, 13(11), 3889.
- USDA, A. R. S., National Plant Germplasm System. . (2022). Germplasm Resources Information Network (GRIN Taxonomy). National Germplasm Resources

Laboratory, Beltsville, Maryland. Recuperado 12 de Noviembre de 2022  
<http://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=22844>.


- Valcárcel-Yamani, B., Rondán-Sanabria, G. G., & Finardi-Filho, F. J. B. J. o. P. S. (2013). The physical, chemical and functional characterization of starches from Andean tubers: Oca (*Oxalis tuberosa* Molina), olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *49*, 453-464.
- Van Rooijen, M. A., & Mensink, R. P. (2020). Palmitic Acid Versus Stearic Acid: Effects of Interesterification and Intakes on Cardiometabolic Risk Markers - A Systematic Review *Nutrients*, *12*(3). doi:10.3390/nu12030615
- Velásquez-Barreto, F., Bello-Pérez, L., Nuñez-Santiago, C., Yee-Madeira, H., & Velezmoro, C. (2021). Relationships among molecular, physicochemical and digestibility characteristics of Andean tuber starches. *International Journal of Biological Macromolecules*, *182*, 472-481. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.04.039>
- Venn, B. J. (2020). Macronutrients and Human Health for the 21st Century. *Nutrients*, *12*(8). doi:10.3390/nu12082363
- Vera-Vega, M., Jimenez-Davalos, J., & Zolla, G. (2022). The micronutrient content in underutilized crops: the *Lupinus mutabilis* sweet case. *Sci Rep*, *12*(1), 15162.
- Villacrés, E., Quelal, M. B., Jácome, X., Cueva, G., & Rosell, C. M. (2020). Effect of debittering and solid-state fermentation processes on the nutritional content of lupine (*Lupinus mutabilis* Sweet). *International Journal of Food Science Technology*, *55*(6), 2589-2598.
- Wang, & Jian, C. (2022). Sustainable plant-based ingredients as wheat flour substitutes in bread making. *NPJ Sci Food*, *6*(1), 49. doi:10.1038/s41538-022-00163-1
- Wang, X., Zhang, H., Song, Y., Cong, P., Li, Z., Xu, J., & Xue, C. (2019). Comparative lipid profile analysis of four fish species by ultraperformance liquid chromatography coupled with quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Journal of agricultural food chemistry*, *67*(33), 9423-9431.

- Wendel, A. A., Purushotham, A., Liu, L. F., & Belury, M. A. (2009). Conjugated linoleic acid induces uncoupling protein 1 in white adipose tissue of ob/ob mice. *Lipids*, 44(11), 975-982. doi:10.1007/s11745-009-3348-9
- Wołoszyn, J., Haraf, G., Okruszek, A., Wereńska, M., Goluch, Z., & Teleszko, M. (2020). Fatty acid profiles and health lipid indices in the breast muscles of local Polish goose varieties. *Poultry Science*, 99(2), 1216-1224. doi:<https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.026>
- Yang, L., Guan, G., Lei, L., Lv, Q., Liu, S., Zhan, X., . . . Gu, X. (2018). Palmitic acid induces human osteoblast-like Saos-2 cell apoptosis via endoplasmic reticulum stress and autophagy. *Cell Stress Chaperones*, 23(6), 1283-1294. doi:10.1007/s12192-018-0936-8
- Yang, Y., Xu, C., Shen, Z., & Yan, C. (2022). Crop quality improvement through genome editing strategy. *Frontiers in Genome Editing*, 3, 44.
- Yegrem, L., Abera, S., Temesgen, M. J. C. F., & Agriculture. (2021). Nutritional composition and sensory quality of injera prepared from tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter) complemented with lupine (*Lupinus spp.*). 7(1), 1862469.
- Yu, Y., Lu, X., Zhang, T., Zhao, C., Guan, S., Pu, Y., & Gao, F. (2022). Tiger Nut (*Cyperus esculentus L.*): Nutrition, Processing, Function and Applications. *Foods*, 11(4), 601.
- Zhang, X., Ning, X., He, X., Sun, X., Yu, X., Cheng, Y., . . . Wu, Y. J. P. O. (2020). Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. *PLoS One*, 15(1), e0228276.
- Zhaoqing, L., Haoyuan, L., Hong, J., Yahui, F., Jia, S., Chao, L., . . . Le, M. (2022). Saturated fatty acid biomarkers and risk of cardiometabolic diseases: A meta-analysis of prospective studies. *Front Nutr*, 9. doi:10.3389/fnut.2022.963471
- Zhou, G., Xu, Y., Zhai, Y., Gong, Z., Xu, K., Wang, G., . . . Ma, C. (2022). The Association Between Serum Palmitic Acid and Thyroid Function. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 13, 860634. doi:10.3389/fendo.2022.860634

## ANEXOS

### ANEXO A.




#### *Elaboración de harina de chocho*

		
Materia prima sin cáscara	Chocho después del pretratamiento	Harina

Elaborado por: (Sánchez, 2023)

### ANEXO B.

#### *Elaboración de harina de melloco blanco*

		
Materia prima	Melloco después del pretratamiento	Harina

Elaborado por: (Sánchez, 2023)

### ANEXO C.

#### *Rendimiento de harinas.*

Materia Prima	Rendimiento de harina
Chocho	22.67613689
Melloco Blanco	16.84333057

Nota. El rendimiento de la harina se elaboró en un solo lote.  
Elaborado por: (Sánchez, 2023)

### ANEXO D.

#### *Datos del porcentaje de materia grasa de chocho*

CHOCHO	P. Muestra	P. Vaso	P. Vaso+grasa	Grasa Bruta	% de Grasa	Desviación estándar
M1	30.500	715.566	722.461	0.226	22.607	0.25
M2	30.242	746.590	753.258	0.220	22.049	
M3	31.182	744.335	751.335	0.224	22.449	
M4	30.674	734.252	741.168	0.225	22.547	

Elaborado por: (Sánchez, 2023)

### ANEXO E.

#### *Datos del porcentaje de materia grasa de melloco blanco*

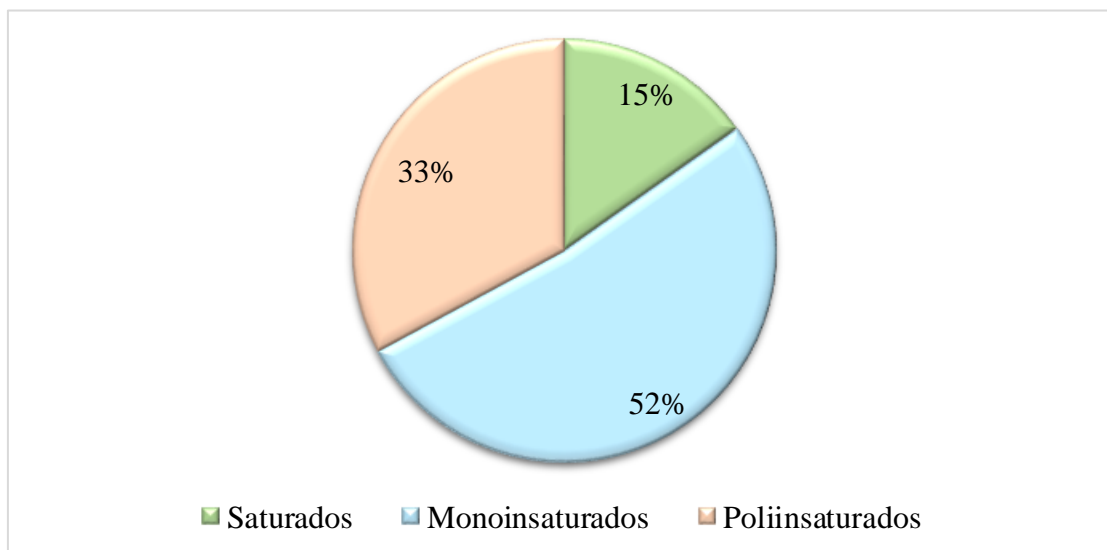
MELLOCO	P. Muestra	P. Vaso	P. Vaso+grasa	Grasa Bruta	% de Grasa	Desviación estándar
M1	36.139	713.892	714.200	0.008	0.852	0.05
M2	30.995	746.622	746.876	0.008	0.819	
M3	30.986	744.314	744.603	0.009	0.932	
M4	30.533	734.218	734.479	0.008	0.871	

Elaborado por: (Sánchez, 2023)



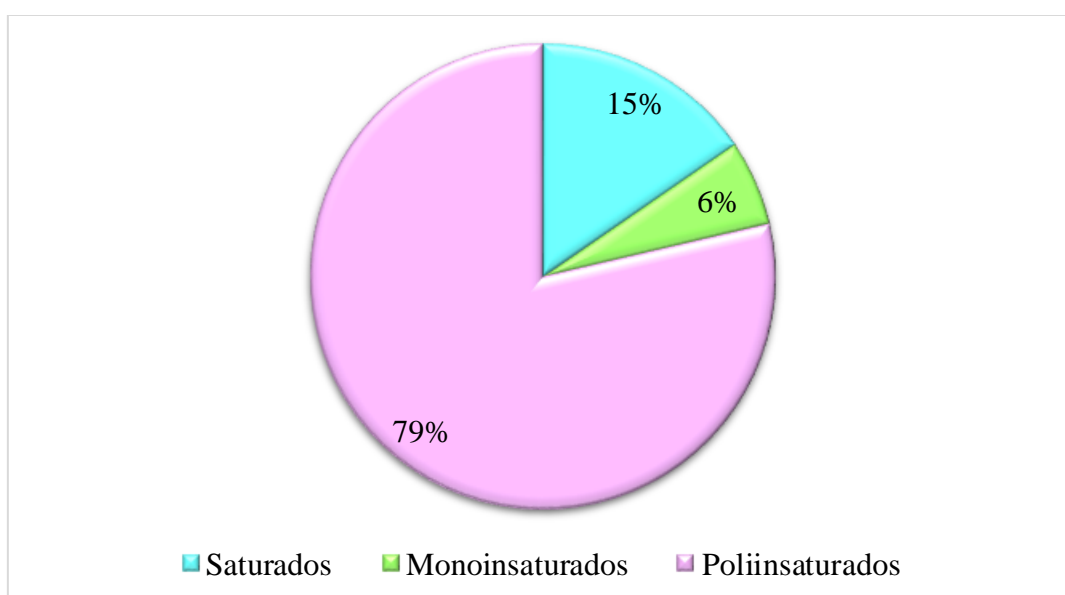
### ANEXO F.

*Ácidos grasos totales presentes en harina de chocho (L. mutabilis sweet).*



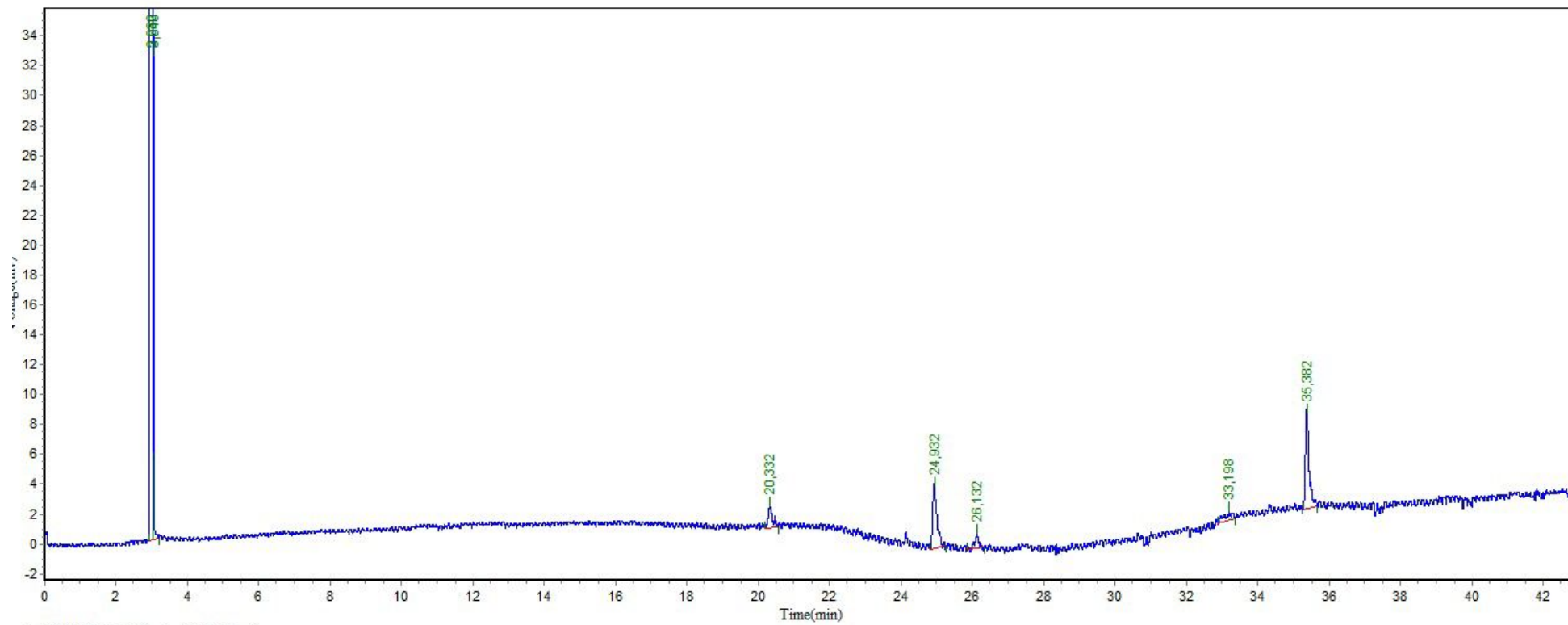
### ANEXO G.

*Ácidos grasos totales presentes en harina de melloco blanco (U. tuberosus).*



## ANEXO H.

### *Cromatograma de melloco blanco*



# ANEXO I.

## Cromatograma de chocho

