

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Profesional de Nutrición Humana



**Valoración de la aceptabilidad, composición nutricional y cantidad de hierro de quesos veganos a base de aislados proteicos de leguminosas y harina de cushuro**

Tesis para obtener el Título Profesional de Licenciado en Nutrición Humana

**Autor:**

Bach. Brando Joel Chavarri Uriarte  
Bach. Luz Nayelli Rosa Santisteban Murga  
Bach. Amy Banel Tito Tito

**Asesor:**

Mg. Yaquelin Eveling Calizaya Milla

Lima, agosto 2024

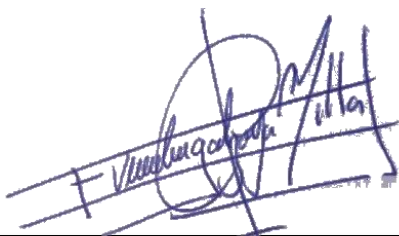
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo Mg. Yaquelin Eveling Calizaya Milla, docente de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Nutrición Humana, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Valoración de la aceptabilidad, composición nutricional y cantidad de hierro de quesos veganos a base de aislados proteicos de leguminosas y harina de cushuro”** de los autores Bach. Brando Joel Chavarri Uriarte, Bach. Luz Nayelli Rosa Santisteban Murga y Bach. Amy Banel Tito Tito tiene un índice de similitud de 10 % verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 25 días del mes de agosto del año 2024



---

Mg. Yaquelin Eveling Calizaya Milla

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En Lima, Ñaña, Villa Unión, a 20 día(s) del mes de agosto del año 2024 siendo las 11:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

Mg. Maria Iollantes Losio el (la) secretario(a): Mg. Raquel Chillón Yico y los demás miembros: Mg. Mery Rodriguez Vásquez y el (la) asesor(a) Mg. Yaguelin Calizaya Milla

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Valoración de la aceptabilidad, composición nutricional y cantidad de hierro de quesos veganos a base de aislados proteicos de leguminosas y harina de cushuro" de los (las) bachilleres:

- a) Luz Nayelli Rosa Santisteban Ellurga
- b) Amy Bannel Tito Tito
- c) Brando Charavari Uriarte

conducente a la obtención del título profesional de: Notición Humana  
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Luz Nayelli Rosa Santisteban Ellurga

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>con nominación muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Bachiller (b): Amy Bannel Tito Tito




CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>con nominación muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>



Bachiller (c): Brando Charavari Uriarte




CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>18</u>	<u>A-</u>	<u>con nominación muy bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

  
 Presidente/a  
  
 Asesor/a  
  
 Bachiller (a)

  
 Miembro  
  
 Bachiller (b)

  
 Secretario/a  
  
 Miembro  
  
 Bachiller (c)

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, quien nos ha otorgado la sabiduría, el valor y las fuerzas necesarias para culminar esta etapa de nuestras carreras profesionales con éxito.

A nuestros padres, quienes han velado por nuestro bienestar a lo largo de nuestras vidas, siempre motivándonos a alcanzar este objetivo y confiando en nosotros en cada desafío. Su apoyo incondicional ha sido fundamental en todo momento.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Mg. Yaquelin Calizaya Milla, asesora de este grandioso equipo, por su enseñanza y dedicación invaluable. Su guía fue fundamental para enfrentar con éxito el desafío de llevar a cabo nuestro proyecto de investigación experimental.

A la Lic. Esther Quiliche Castañeda, encargada del Laboratorio de Técnicas Dietéticas, por su constante apoyo y generosidad, permitiéndonos avanzar con nuestros productos y cuidándonos de corazón.

Al docente Miguel Luna Gómez, encargado del Laboratorio CITAL, por colaborar con su tiempo y apoyo en el deshidratado de nuestros productos, y por compartir sus conocimientos brindados durante el proceso de elaboración.

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
TABLA DE CONTENIDO .....	VI
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
2.1. MUESTRAS.....	13
2.2. OBTENCIÓN DE AISLADO PROTEICO DE LEGUMBRES.....	13
2.3. OBTENCIÓN DE HARINA DE CUSHURO .....	14
2.4. ELABORACIÓN DE LA CUAJADA DEL FRIJOL DE SOYA.....	15
2.5. FORMULACIÓN DE QUESOS VEGANOS.....	15
2.6. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	15
2.6.1. HUMEDAD .....	16
2.6.2. PROTEÍNA.....	16
2.6.3. GRASAS.....	17
2.6.4. FIBRA CRUDA .....	17

2.6.5. CENIZAS .....	17
2.6.6. CARBOHIDRATOS.....	18
2.7. CANTIDAD DE HIERRO .....	18
2.8. DISEÑO DE PRUEBAS PARA CONSUMIDORES .....	19
2.9. JUST-ABOUT-RIGHT (JAR) SCALE.....	19
2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	19
3. RESULTADOS.....	20
4. DISCUSIÓN .....	26
5. CONCLUSIÓN .....	31
REFERENCIAS .....	33

## RESUMEN

La malnutrición y la anemia son problemas que afectan a personas de todas las edades en el Perú, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática el 22,7% de las mujeres de 15 a 49 años y el 63,1% de personas >15 años presentan malnutrición.

Programas del gobierno fomentan el consumo de alimentos ricos en proteínas y hierro; para abordar estas condiciones y la biodisponibilidad de estos nutrientes, se propuso desarrollar productos accesibles y nutritivos a partir de ingredientes vegetales.

**Materiales y métodos:** En la Universidad Peruana Unión, se realizó un estudio cuantitativo experimental para evaluar la aceptabilidad y contenido de hierro en quesos veganos. Las formulaciones incluyeron aislados proteicos de legumbres (tarwi, frijol negro y garbanzo) y harina de cushuro (*Nostoc sphaericum*). La muestra consistió en 127 estudiantes seleccionados mediante muestreo probabilístico. Se utilizó el método Just-about-Right para evaluar sabor, olor, textura y color en una escala de 1 a 9, y los datos se analizaron con SPSS versión 26. **Resultados:** Las puntuaciones de aceptabilidad no siguieron una distribución normal ( $p < 0,05$ ). El análisis de conglomerados identificó tres grupos de consumidores, utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. La composición nutricional mostró diferencias significativas ( $p < 0,001$ ), destacando el queso vegano de tarwi por su alto contenido de proteína y hierro. Sensorialmente, el queso vegano de tarwi recibió las calificaciones más altas, seguido del queso vegano de garbanzo. **Conclusión:** La inclusión de aislados proteicos de legumbres y harina de cushuro en quesos veganos representa una mejora considerable en su valor nutricional y aceptación, ofreciendo una estrategia prometedora para combatir la malnutrición y anemia en poblaciones vulnerables.

**Palabras clave:** *Aceptabilidad, Valor nutricional, Hierro, Aislado proteico, Cushuro, Queso vegano*

## ABSTRACT

Malnutrition and anemia are problems that affect people of all ages in Peru, according to the National Institute of Statistics and Informatics, 22.7% of women between 15 and 49 years old and 63.1% of people >15 years suffer from malnutrition. Government programs encourage the consumption of foods rich in protein and iron; To address these conditions and the bioavailability of these nutrients, we set out to develop accessible and nutritious products from plant ingredients. Materials and methods: At the Universidad Peruana Unión, an experimental quantitative study was carried out to evaluate the acceptability and iron content in vegan cheeses. The formulations included protein isolates from legumes (tarwi, black bean and chickpea) and cushuro flour (*Nostoc sphaericum*). The sample consisted of 127 students selected through probabilistic sampling. The Just-about-Right method was used to evaluate taste, odor, texture and color on a scale of 1 to 9, and the data were analyzed with SPSS version 26. **Results:** Acceptability scores did not follow a normal distribution ( $p < 0.05$ ). The cluster analysis identified three groups of consumers, using the Kruskal-Wallis test. The nutritional composition showed significant differences ( $p < 0.001$ ), with vegan tarwi cheese standing out for its high protein and iron content. Sensory-wise, the vegan tarwi cheese received the highest ratings, followed by the vegan chickpea cheese. **Conclusion:** The inclusion of protein isolates from legumes and cushuro flour in vegan cheeses represents a considerable improvement in their nutritional value and acceptance, offering a promising strategy to combat malnutrition and anemia in vulnerable populations.

**Keywords:** *Acceptability, Nutritional value, Iron, Protein isolate, Cushuro, Vegan cheese.*



## **1. Introducción**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la malnutrición (1) y la anemia ferropénica (2,3) son problemas de salud pública que afectan a personas de todas las edades, y son comorbilidades muy comunes en diversas condiciones médicas. Es crucial entender la prevalencia de malnutrición (4-7) y anemia (8-12) en la población, especialmente en grupos etarios que no se incluyen en los estudios a gran escala, como ocurre en investigaciones universitarias. Los universitarios abarcan a adolescentes y adultos jóvenes entre 18 a 29 años, y a pesar de su alto nivel educativo, enfrentan problemas relacionados con la alimentación al iniciar esta etapa (5,6).

Durante esta transición de la adolescencia a la adultez, experimentan cambios en sus hábitos alimenticios, como un consumo excesivo de calorías, la omisión de comidas, un aumento en el consumo de comidas rápidas, y el seguimiento de dietas inadecuadas y poco equilibradas (4,5). Estas modificaciones en los patrones alimenticios pueden afectar su salud y rendimiento académico, reflejando la necesidad de una mayor atención y educación en nutrición para esta población (6,7). En el Perú, datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para el año 2023 revelan que el 22,7% de las mujeres de 15 a 49 años sufren de anemia (13) y el 63,1% de personas mayores 15 años presentan malnutrición (14), destacando la urgencia de abordar estas problemáticas en la población peruana.

La malnutrición y la anemia ferropénica son problemas de salud que resultan de carencias nutricionales. La malnutrición se debe a la falta de nutrientes esenciales, lo que provoca desequilibrios calóricos manifestados en delgadez, sobrepeso, retraso en el crecimiento y déficits cognitivos, entre otros (4-7). La anemia ferropénica, por su parte, es causada por bajos niveles de hierro, reduciendo la hemoglobina y el volumen de los glóbulos rojos, lo que genera síntomas como fatiga y debilidad (8-15). En Perú, se han implementado varios programas para enfrentar estos problemas, como Qali Warma (16), PCA (17), Cuna Más (18), Juntos (19), Vaso de Leche (20) y PAIS (21). Estas iniciativas proporcionan alimentos ricos en proteínas y hierro, como cereales fortificados y legumbres, para combatir la malnutrición y la anemia en la infancia.

Considerando esta amplia disponibilidad de alimentos, se ha observado un aumento notable en la inclusión de legumbres en la dieta diaria de los peruanos, gracias a su alto contenido proteico y su papel en la lucha contra la malnutrición y la anemia ferropénica (22-25). Por otro lado, el cushuro, consumido en algunas comunidades andinas en Perú, está siendo cada vez más reconocido por ser rico en proteínas y hierro, lo que lo convierte en un aliado importante en la lucha contra la malnutrición y anemia ferropénica (26-28).

Estos alimentos se incorporan en una variedad de platos tradicionales como guisos, sopas, ensaladas y estofados, que forman parte de la dieta diaria en muchos hogares. Además, en la actualidad, se están desarrollando productos innovadores a base de leguminosas y cushuro para ampliar la oferta alimentaria y mejorar la nutrición. Ejemplos de estos productos incluyen fideos elaborados con harina de habas (29), Nuggets a base de gluten y harinas andinas (30), nuggets a base de cushuro y legumbres (31), carne picada a base de setas y legumbres (32), galletas de harina de garbanzo (33), snack extrusionado de harina de lenteja (34), gomitas a base de cushuro (35) y caramelos a base de cushuro (36), todos los cuales ofrecen alternativas saludables y nutritivas para combatir la malnutrición y la anemia ferropénica en la población peruana.

Es importante destacar que a pesar de que estos alimentos de origen vegetal son una fuente considerable de proteínas y hierro, su biodisponibilidad suele ser relativamente baja en comparación con los alimentos de origen animal (37). No obstante, es posible aumentar significativamente esta biodisponibilidad mediante diversos procesos tecnológicos durante la preparación de los alimentos. Estos incluyen la cocción de alimentos ricos en hierro, como legumbres y verduras de hoja verde (37,38), la fermentación de ciertos alimentos para reducir los fitatos que pueden inhibir su absorción (37-40), la germinación de semillas (38-40), el remojo de legumbres antes de cocinarlas (38-40), y la inclusión de alimentos ricos en vitamina C, la cual puede mejorar la conversión del hierro no hemo a una forma más fácilmente absorbible por el cuerpo (38,41-44).

El aumento en la demanda de productos alimenticios veganos ha estimulado la innovación en la creación de alternativas nutricionalmente beneficiosas. Sin embargo, hay una escasez de estudios que investiguen la fortificación de quesos veganos con fuentes naturales de hierro, como aislados proteicos de legumbres (APL) y algas de cushuro (*Nostoc sphaericum*). Aunque se conoce el alto valor nutricional de estos ingredientes por separado, su combinación en la producción de quesos veganos y la evaluación de su aceptabilidad sensorial y contenido de hierro aún no ha sido ampliamente explorada. Esto ofrece una oportunidad para examinar cómo estos componentes pueden mejorar el perfil nutricional y la aceptación del consumidor en quesos veganos. Por ello, esta investigación planteó como objetivo principal, evaluar la aceptabilidad y el contenido de hierro en quesos veganos a base de APL y harina de cushuro (HC)

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1. Muestras**

Se seleccionaron cuatro tipos de legumbres y un alga para la investigación: garbanzo (*Cicer arietinum* L.), variedad Blanco de Cajamarca (Cajamarca, Perú); frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Negro de Ica (Ica, Perú); tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), variedad Andino de Ancash (Ancash, Perú); frijol de soya (*Glycine max* L.), variedad Café claro de Cuzco (Cuzco, Perú); y cushuro (*Nostoc sphaericum*), obtenido de la región de Ancash, Perú. La información sobre los nombres científicos, las variedades y la procedencia de las legumbres y el cushuro fue obtenida del catálogo de leguminosas del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) del Perú.

### **2.2. Obtención de aislado proteico de legumbres**

Para la obtención de APL, se utilizaron las legumbres seleccionadas: garbanzo (*Cicer arietinum* L.), frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.), y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). El garbanzo y el frijol negro

se remojaron durante 8 horas, mientras que el tarwi fue adquirido en forma de harina, omitiendo así el remojo debido a su proceso más complejo de eliminación del amargor.

Cada legumbre se procesó por separado para obtener tres diferentes aislados proteicos. Para ello, se mezcló cada legumbre con agua destilada y se trituró utilizando una licuadora Oster Xpert (45). El pH de la mezcla resultante se ajustó a 8.97 mediante la adición de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), agitándola continuamente durante 30 minutos con una batidora Oster. Luego, la mezcla fue filtrada a través de una malla de filtro de nailon descartando el afrecho (45).

El filtrado se calentó hasta alcanzar los  $31.74^\circ\text{C}$  (45). Posteriormente, el pH de la mezcla se ajustó a 4.4 utilizando vinagre blanco en lugar de HCl, y se dejó reposar durante 3 horas (45). Finalmente, se extrajo y descartó el suero, conservando el pellet formado en la capa inferior (masa sólida rica en proteínas que se obtiene tras la precipitación) (45). Este pellet fue deshidratado a  $50^\circ\text{C}$  en un deshidratador Excalibur, hasta obtener una consistencia seca (45). El pellet deshidratado se trituro para obtener harina de proteína aislada, utilizando una licuadora Oster Xpert, y se almacenó en un recipiente de vidrio sellado a temperatura ambiente ( $27^\circ\text{C}$ ) para su uso posterior (45).

### **2.3. Obtención de Harina de Cushuro**

El cushuro (*Nostoc sphaericum*), fue deshidratado a  $50^\circ\text{C}$  en un deshidratador Excalibur para concentrar sus nutrientes. Este proceso de deshidratación permite preservar los nutrientes de manera más eficaz al reducir la humedad del cushuro. Una vez deshidratado, el cushuro se trituró en una licuadora Oster Xpert obteniendo una harina fina. La HC fue almacenada a temperatura ambiente ( $27^\circ\text{C}$ ) en un frasco de vidrio sellado para su uso posterior.

#### **2.4. Elaboración de la Cuajada del Frijol de Soya**

El frijol de soya (*Glycine max L.*), se remojó durante 8 horas en agua a temperatura ambiente. Posteriormente, se procesó para obtener leche de soya, utilizando una licuadora Oster Xpert para la trituración y una malla de filtro de nailon para la filtración. La leche de soya resultante se llevó a pasteurización, calentándola entre 63°C y 72°C durante 15-30 minutos. Luego, se añadió vinagre blanco para inducir el cuajado, ajustando el pH a 4.4 y dejando reposar la mezcla durante 1 hora. La cuajada resultante fue prensada para eliminar el suero residual, utilizando una malla de filtro de nailon. Finalmente, la cuajada de soya se almacenó en el refrigerador a 4°C hasta su uso en las formulaciones.

#### **2.5. Formulación de Quesos Veganos**

Se desarrollaron tres formulaciones distintas de queso vegano, cada una basada en una mezcla específica de ingredientes. Cada muestra contenía 50% de cuajada de frijol de soya, 25% de agua, 2% de HC, 20% de un aislado proteico distinto (garbanzo, tarwi o frijol negro) y 3% de condimentos (sal y orégano).

Las tres muestras de queso vegano elaboradas fueron denominadas: Queso Vegano de Garbanzo (QVG), Queso Vegano de Frijol Negro (QVFN) y Queso Vegano de Tarwi (QVT). Estos nombres indican el tipo de aislado proteico principal usado en cada fórmula, facilitando la identificación y comparación de las muestras. Posteriormente, las mezclas fueron cuidadosamente moldeadas y refrigeradas a 4°C para su conservación y posterior evaluación en la prueba de aceptabilidad.

#### **2.6. Composición nutricional**

Las pruebas de análisis proximal y de hierro en las muestras de queso vegano fueron realizadas por el Laboratorio de Evaluación

Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Este laboratorio está acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL bajo el Registro N° OC-P005-004, y cumple con la norma ISO/IEC 17025, lo que garantiza altos estándares de calidad en sus análisis. Las muestras se enviaron secas y con granulometría menor a 1 mm, obtenida mediante deshidratación y molienda. Con su experiencia en la certificación de productos bajo esquemas nacionales e internacionales, el laboratorio asegura la precisión y fiabilidad de los resultados.

### **2.6.1. Humedad**

El secado de las muestras se realizó utilizando una estufa a una temperatura constante de 105 °C hasta alcanzar un peso constante, siguiendo el método descrito en el estándar AOAC 950.46 (AOAC, 2005). Este procedimiento asegura la eliminación completa de la humedad de las muestras, lo cual es esencial para obtener mediciones precisas y reproducibles en análisis posteriores (46).

### **2.6.2. Proteína**

El contenido de nitrógeno en las muestras se determinó utilizando el método Kjeldahl, un procedimiento estándar reconocido por su precisión en la cuantificación de proteínas. Primero, las muestras fueron digeridas, y la mezcla resultante fue neutralizada con hidróxido de sodio antes de ser destilada. El destilado obtenido se recolectó en una solución de ácido bórico, seguido de una titulación que permitió la determinación precisa del contenido de nitrógeno en las muestras. Finalmente, el contenido de

proteína se calculó aplicando un factor de conversión estándar de 6.25, conforme al método AOAC 984.13 (AOAC, 2005) (47 – 49).

### **2.6.3. Grasas**

La determinación del contenido de grasa se realizó mediante el método Soxhlet, utilizando éter de petróleo como solvente, conforme al protocolo estandarizado AOAC 2003.05 (AOAC, 2005). El procedimiento implica la repetida extracción de la muestra con éter de petróleo en un sistema cerrado. El solvente se recupera y condensa, permitiendo una extracción continua hasta que los lípidos se concentran en un volumen mínimo de solvente. Finalmente, el solvente se evapora y el residuo de grasa se pesa para determinar el contenido de extracto etéreo presente en la muestra (48).

### **2.6.4. Fibra cruda**

La fibra cruda se determinó siguiendo el método AOAC 962.09 (AOAC, 2005). Este procedimiento involucra la digestión inicial de la muestra con soluciones de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y hidróxido de sodio (NaOH) al 1.25%. El residuo seco resultante de esta digestión se incinera, y la fibra cruda se calcula como la pérdida de masa durante este proceso (46 – 48).

### **2.6.5. Cenizas**

El contenido de cenizas en las muestras se determinó por incineración en mufla a 550 °C, siguiendo el método AOAC 942.05 (AOAC, 2005). Este procedimiento estándar implica someter el residuo seco de la muestra a altas temperaturas, provocando la combustión completa de

la materia orgánica. Las cenizas resultantes, que representan los minerales inorgánicos presentes en la muestra, se utilizan para evaluar el contenido mineral y la calidad nutricional (49).

#### **2.6.6. Carbohidratos**

Se empleó el método de análisis proximal para determinar el contenido de carbohidratos por diferencia en muestras alimenticias. La muestra fue preparada mediante secado y pulverización para asegurar homogeneidad. Se realizaron análisis estándar para determinar el contenido de proteínas, lípidos, humedad y cenizas. Los carbohidratos se calcularon por diferencia, utilizando la fórmula:

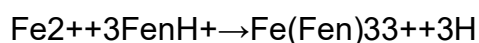
$$\%CHO = 100 - (\%Prot + \%Grasa + \%Humedad + \%Cenizas)$$

#### **2.7. Cantidad de hierro**

Se utilizó el método AOAC 944.02 para determinar el contenido de hierro en productos alimenticios mediante orto-fenantrolina. Las muestras fueron trituradas y sometidas a digestión ácida con HCl y HNO<sub>3</sub> para liberar hierro soluble. Posteriormente, se ajustó el pH a 3-4 para reducir Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup> con hidroxilamina, según la reacción (50):



Luego, se formó un complejo de hierro con orto-fenantrolina, que en un medio ácido se encuentra en su forma protonada como ion 1,10-fenantrolina (FenH<sup>+</sup>). La formación del complejo se describe por la reacción (51):



La concentración de hierro se determinó por espectrofotometría UV-Vis a 510 nm, donde el complejo ferroína formado muestra una absorción característica (52, 53). El contenido de hierro se calculó y expresó en mg/kg o ppm, asegurando resultados precisos y comparables (54,55).

## **2.8. Diseño de pruebas para consumidores**

La evaluación sensorial se realizó un día después de preparar las tres variedades de queso vegano. Participaron 127 consumidores mayores de 18 años, estudiantes de Teología en la Universidad Peruana Unión, Lima, Perú. Antes de la evaluación, se explicó a los participantes el propósito del estudio y se les aseguró que la información proporcionada sería utilizada exclusivamente para la investigación. El estudio se realizó de acuerdo con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad Peruana Unión.

## **2.9. Just-about-Right (JAR) scale**

Para determinar la aceptabilidad de los quesos veganos enriquecidos con APL y HC (*Nostoc sphaericum*), se empleó el método de evaluación sensorial Just-about-Right (JAR) adaptado, que mide de 1 a 9 la adecuación de los atributos sensoriales (sabor, olor, textura y color) presentes en los alimentos (56). Se ofrecieron tres variedades de quesos veganos fortificados con HC y diferentes tipos de APL para su evaluación sensorial. Cada participante evaluó la influencia de estos ingredientes en los cuatro atributos sensoriales, sirviéndose los quesos veganos mediante un diseño aleatorio para evitar efectos de arrastre estadísticamente significativos.

## **2.10. Análisis estadístico**

Se realizó una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) que indicó que las puntuaciones de aceptabilidad no seguían una distribución

normal ( $p < 0.05$ ). Se llevó a cabo un análisis de conglomerados, identificando tres clusters de consumidores utilizando el método de k-means. Luego, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis (alternativa no paramétrica de la prueba ANOVA) para comparar las puntuaciones de aceptabilidad entre las muestras de queso dentro de cada cluster, el procesamiento de los datos se realizó bajo el software GraphPad Prism 8 y lenguaje R.

### 3. Resultados

La Tabla 1 presenta la composición nutricional de diferentes variedades de quesos veganos y queso fresco de vaca, revelando diferencias significativas en todos los componentes evaluados ( $p < 0.001$ ). El QVG mostró la mayor humedad (5.49%), contenido de proteína (25.3%) y carbohidratos (47.65%), mientras que el queso fresco de vaca (QFV) tuvo la mayor humedad (55%) pero el menor contenido de carbohidratos (3.3%). El QVT destacó por su alto contenido de proteína (37.8%) y ceniza (23.9%), siendo superior al QVG y QVFN en estos aspectos. En cuanto a grasa, el QFV presentó el mayor porcentaje (20.1%), seguido por el QVT (17.7%). Los niveles de fibra cruda fueron bajos en todas las variedades, siendo el más alto en QVT (1.8%). Estos hallazgos resaltan las variaciones nutricionales significativas entre los quesos vegetales y el queso fresco de vaca, lo cual es crucial para la elección de productos basados en necesidades dietéticas específicas.

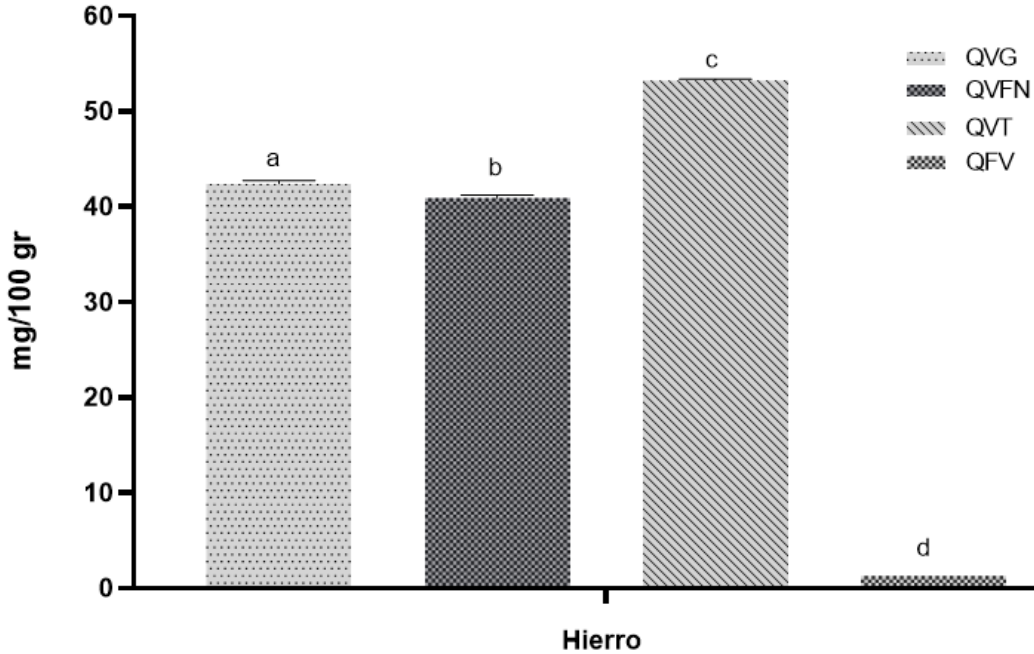
Tabla 1: Composición nutricional de las diferentes variedades de quesos vegetales

Proximal en Base seca	QVG		QVFN		QVT		QFV
Humedad %	5.49 <sup>a</sup>	±0.07	5.17 <sup>b</sup>	±0.02	4.41 <sup>c</sup>	±0.04	55 <sup>d</sup>
Proteína total %	25.3 <sup>a</sup>	±0.03	24.7 <sup>b</sup>	±0.06	37.8 <sup>c</sup>	±0.26	17.5 <sup>d</sup>
Grasa %	12.1 <sup>a</sup>	±0.04	11.3 <sup>b</sup>	±0.09	17.7 <sup>c</sup>	±0.08	20.1 <sup>d</sup>
Fibra cruda %	1.01 <sup>a</sup>	±0.08	1.04 <sup>a</sup>	±0.02	1.8 <sup>b</sup>	±0.16	0 <sup>c</sup>
Ceniza %	8.5 <sup>a</sup>	±0.11	16.7 <sup>b</sup>	±0.02	23.9 <sup>c</sup>	±0.03	4.1 <sup>d</sup>
Carbohidratos %	47.65 <sup>a</sup>	±0.001	41.1 <sup>b</sup>	±0.001	14.5 <sup>c</sup>	±0.002	3.3 <sup>d</sup>

\*Los resultados se expresaron como media ± desviación estándar (n=3). Los diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

QVG: Queso vegano de garbanzo, QVFN: Queso vegano de frijol negro, QVT: Queso vegano de tarwi, QFV: Queso fresco de vaca

La Figura 1 ilustra el contenido de hierro (mg/100 g) en las diferentes variedades de quesos vegetales y en el queso fresco de vaca, mostrando diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre ellas. El QVT presentó el mayor contenido de hierro con 55 mg/100 g, seguido por el QVG con 45 mg/100 g y el QVFN con 40 mg/100 g. En contraste, el queso fresco de vaca (QFV) mostró el contenido de hierro más bajo, con solo 5 mg/100 g. Estas diferencias indican una variabilidad notable en el contenido de hierro entre los quesos vegetales y el queso de origen animal, destacando el queso de tarwi como la opción con mayor aporte de hierro. Es importante destacar que el hierro en el queso fresco de vaca es hierro hemo, que se absorbe más eficientemente en el cuerpo en comparación con el hierro no hemo presente en los quesos vegetales. Esta diferencia en la forma del hierro podría influir en la biodisponibilidad del mineral, aunque los quesos vegetales presentan una mayor cantidad de hierro en términos absolutos.



\*Los diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ).

Figura 1: Contenido de hierro en las diferentes variedades de queso vegetal. QVG: Queso vegano de garbanzo, QVFN: Queso vegano de frijol negro, QVT: Queso vegano de tarwi, QFV: Queso fresco de vaca

La Tabla 2 muestra que el QVT obtuvo las calificaciones más altas en aceptabilidad general ( $7.17 \pm 1.37$ ) y en todos los atributos sensoriales evaluados, incluyendo color ( $6.77 \pm 1.57$ ), espesor ( $6.88 \pm 1.46$ ), sabor ( $7.49 \pm 1.53$ ) y olor ( $7.03 \pm 1.69$ ). El QVG también recibió buenas calificaciones, destacando en aceptabilidad general ( $6.74 \pm 1.52$ ) y sabor ( $6.99 \pm 1.69$ ). Por otro lado, el QVFN obtuvo las calificaciones más bajas en todos los atributos, con una aceptabilidad general de  $5.94 \pm 1.66$  y un sabor de  $6.19 \pm 1.60$ . Estas diferencias son estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ), indicando una preferencia sensorial marcada hacia los quesos de tarwi y garbanzo en comparación con el queso de frijol negro.

Tabla 2: Aceptabilidad general y atributos sensoriales de diferentes variedades de quesos vegetales

	QVFN		QVG		QVT	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
AG	5.94 <sup>a</sup>	1.66	6.74 <sup>b</sup>	1.52	7.17 <sup>b</sup>	1.37
COLOR	5.83 <sup>a</sup>	1.56	6.35 <sup>b</sup>	1.57	6.77 <sup>b</sup>	1.57
ESPESOR	5.83 <sup>a</sup>	1.45	6.52 <sup>b</sup>	1.64	6.88 <sup>b</sup>	1.46
SABOR	6.19 <sup>a</sup>	1.60	6.99 <sup>b</sup>	1.69	7.49 <sup>c</sup>	1.53
OLOR	5.87 <sup>a</sup>	1.56	6.70 <sup>b</sup>	1.63	7.03 <sup>b</sup>	1.69

\*Los resultados se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (n=127). Los diferentes superíndices en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,01$ ).

AG: Aceptabilidad general, QVG: Queso vegano de garbanzo, QVFN: Queso vegano de frijol negro, QVT: Queso vegano de tarwi, QFV: Queso fresco de vaca

La Tabla 3 muestra las puntuaciones de aceptabilidad de diferentes variedades de quesos vegetales entre tres grupos de consumidores, identificados mediante análisis de conglomerados. En el Clúster 1, no se observaron diferencias significativas en aceptabilidad general (QVFN: 8.33, QVG: 8.35, QVT: 8.42) ni en color, espesor, sabor y olor. El Clúster 2 mostró diferencias significativas en aceptabilidad general ( $p=0.033$ ), sabor ( $p=0.026$ ) y olor ( $p=0.012$ ), con QVG y QVT obteniendo mejores puntuaciones en comparación con QVFN. El Clúster 3 presentó las puntuaciones más bajas en todos los atributos, destacándose QVT en sabor (5.09) a pesar de las diferencias no significativas en aceptabilidad general y color. En general, QVG y QVT fueron mejor aceptados que QVFN, especialmente en los Clústeres 2 y 3, lo cual subraya la variabilidad de preferencias entre los consumidores.

Tabla 3: Puntuaciones de aceptabilidad entre tres grupos de consumidores identificados mediante análisis de conglomerados

	n	%	QVFN	QVG	QVT	SE	p-value
			Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD		
<b>ACEPTABILIDAD GENERAL</b>							
Clúster 1	111	29.1%	8.33 ±0.73	8.35 ±1.11	8.42 ±0.86	0.08	0.861
Clúster 2	194	50.9%	6.24 ±0.8	6.59 ±0.63	6.49 ±0.72	0.05	<b>0.033*</b>
Clúster 3	76	19.9%	4.31 ±1.19	4.5 ±0.74	5.09 ±0.94	0.12	0.063
<b>COLOR</b>							
Clúster 1	111	29.1%	8.19 ±1.03	8.03 ±1.21	8.11 ±1.03	0.1	0.814
Clúster 2	194	50.9%	5.94 ±0.74	6 ±0.79	6.08 ±0.97	0.06	0.639
Clúster 3	76	19.9%	4.53 ±1.2	4.59 ±1.3	4.27 ±0.65	0.13	0.570
<b>ESPESOR</b>							
Clúster 1	111	29.1%	7.86 ±0.91	8.38 ±1.06	8.13 ±1.06	0.09	0.185
Clúster 2	194	50.9%	6 ±0.82	6.22 ±0.83	6.17 ±0.71	0.05	0.206
Clúster 3	76	19.9%	4.60 ±1.14	4.31 ±0.78	4.91 ±1.51	0.12	0.428
<b>SABOR</b>							
Clúster 1	111	29.1%	8.29 ±0.78	8.54 ±1.1	8.81 ±0.92	0.09	<b>0.046*</b>
Clúster 2	194	50.9%	6.57 ±0.86	6.97 ±0.77	6.86 ±0.74	0.05	<b>0.026*</b>
Clúster 3	76	19.9%	4.60 ±1.14	4.45 ±1.47	4.72 ±1.19	0.14	0.955
<b>OLOR</b>							
Clúster 1	111	29.1%	8.1 ±0.94	8.57 ±1.01	8.43 ±0.82	0.08	0.162
Clúster 2	194	50.9%	6.13 ±0.63	6.35 ±0.79	6.48 ±0.74	0.05	<b>0.012*</b>
Clúster 3	76	19.9%	4.39 ±1.22	4.63 ±1.14	3.45 ±1.63	0.14	0.079

\*Diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). QVG: Queso vegano de garbanzo, QVFN: Queso vegano de frijol negro, QVT: Queso vegano de tarwi, QFV: Queso fresco de vaca

La Figura 2 muestra un gráfico radial que compara la intensidad media de varios atributos sensoriales (aceptabilidad, color, espesor, sabor y olor) entre tres variedades de quesos vegetales: QVG, QVFN y QVT. Los resultados indican que QVT obtuvo las puntuaciones más altas en todos los atributos, especialmente en aceptabilidad y sabor. QVG también mostró una buena performance en todos los atributos, destacando en olor y color. En contraste, QVFN presentó las puntuaciones más bajas en la mayoría de las categorías, con una notable inferioridad en el atributo de sabor. Este análisis visual refuerza que QVT y QVG son mejor aceptados sensorialmente por los consumidores en comparación con QVFN, destacando el queso de tarwi como la

opción preferida en términos de aceptabilidad general y atributos sensoriales específicos.

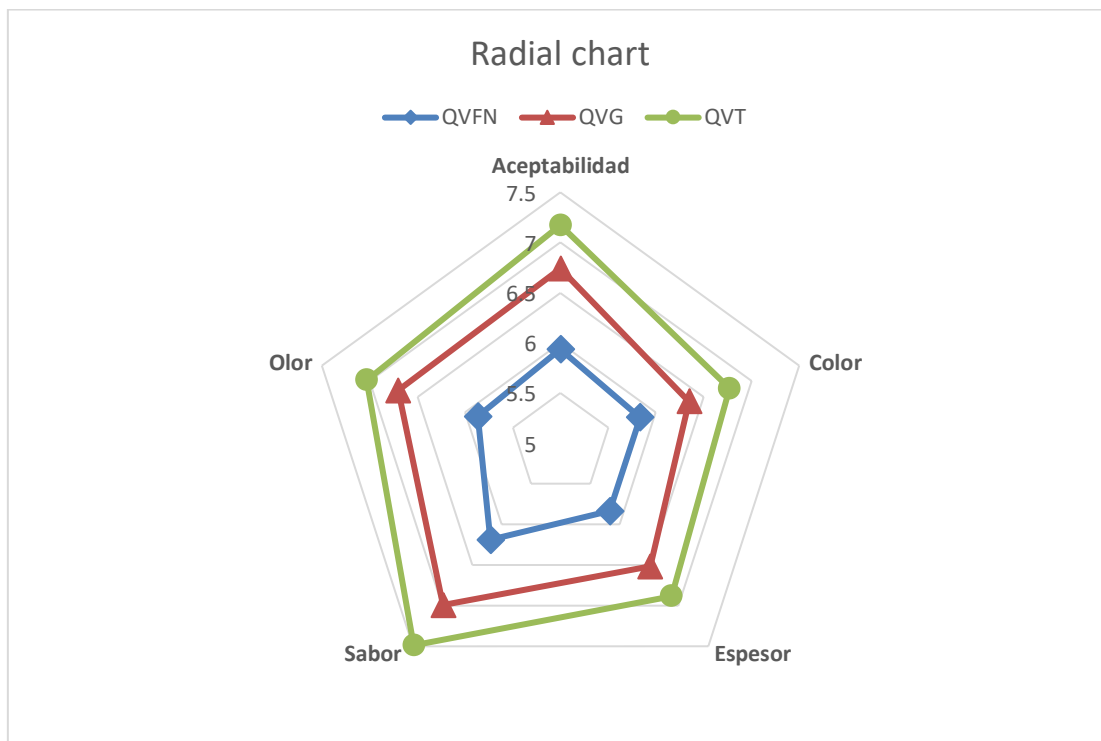


Figura 2: Medición de la intensidad basada en la media de cada categoría. QVFN: Queso vegano de frijol negro, QVT: Queso vegano de tarwi, QFV: Queso fresco de vaca

#### **4. Discusión**

El objetivo de este estudio fue desarrollar y evaluar la aceptabilidad de tres tipos de quesos veganos elaborados a partir de APL y HC, investigando si estas formulaciones mejoran su composición nutricional en términos de proteínas y hierro. Los resultados indican que estos quesos veganos son una excelente fuente de proteínas y hierro, y que los participantes evaluaron favorablemente el análisis sensorial.

Al evaluar la composición nutricional de los quesos vegetales enriquecidos, se encontró que la cantidad de proteína varió entre 25,3 y 37,8 g, superando al queso fresco de vaca con 17,5 g. Se evidencia que el uso de APL mejora la composición nutricional de los alimentos y preserva sus atributos sensoriales, como indican estudios previos. Al fortificar productos lácteos vegetales con APL ha demostrado mejorar su sabor y calidad (57). Además, la inclusión de fibra de asilados proteicos en los quesos vegetales contribuye a una textura más suave, en comparación con los quesos frescos comerciales que se muestran más densos (58). Estos productos fortificados con APL ofrecen más proteínas, vitaminas y fibra dietética, con menores niveles de sodio, colesterol y calorías que los productos de origen animal (59). El uso de aislados proteicos representa una estrategia valiosa para la producción de alimentos enriquecidos con proteínas de alta calidad nutricional y costo accesible, promoviendo así la reducción del riesgo de malnutrición proteico-calórica.

El contenido total de grasa encontrado en las tres muestras de queso vegano varía entre 12,1 y 17,78 gramos, lo que es inferior al contenido de grasa del queso fresco de vaca, que tiene 20,1 gramos (60). Esto podría deberse a que, como base para elaborar el queso vegano, se usó frijol de soya que contiene 18.7 gr de grasa de origen vegetal (60). Aunque el queso fresco de vaca contiene un poco más de grasa

que las muestras de queso vegano, es importante considerar el tipo de grasas que aportan estos quesos. Los quesos convencionales de leche de vaca contienen grasas de origen animal, que son mayoritariamente saturadas (61). El consumo de ácidos grasos saturados en más del 10% de las calorías diarias puede tener un impacto muy negativo en la salud cardiovascular y contribuir a la obesidad o el sobrepeso (62, 63). Por otro lado, se destaca que el queso vegano fortificado con APL y HC presenta una ventaja en la calidad de los ácidos grasos presentes en sus ingredientes. Aunque la soya contiene ácidos grasos saturados, estos están en cantidades mínimas (2,3 gr) (64), comparado con el queso fresco de vaca (12,94 gr) (65). Además, el perfil lipídico de las legumbres se caracteriza por tener un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico 18:2 n-6 y ácido  $\alpha$ -linolénico 18:3 n-3) y monoinsaturados (ácido oleico 18:1 n-9) (66, 67). Es importante recalcar que el contenido de grasas en las muestras cumple con el límite de 4 gramos de grasas trans establecido en las etiquetas de los alimentos (68). Diferentes estudios mencionan que el consumo de legumbres es adecuado para personas con diabetes y es beneficioso para la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (69, 70). Por ello, el uso de legumbres para la elaboración de quesos veganos ofrece una alternativa saludable y nutritiva. Esta estrategia puede contribuir a una dieta equilibrada, ayudando a reducir el riesgo de problemas cardiovasculares y promoviendo la prevención de la obesidad y el sobrepeso.

De acuerdo con los análisis realizados, se encontró que el contenido de carbohidratos en las muestras de queso vegano varía entre 14.5 y 47.65 gr, a diferencia del QFV que contiene 3.3 gr (60). Esto es debido a que el contenido de carbohidratos de HC (48.34 g) (71) y frijol soya (32,7 g) está presente en concentraciones altas (60). Aunque no se han encontrado estudios previos que realicen un análisis proximal detallado de los APL específicas utilizadas en este estudio, existen datos sobre el contenido nutricional de las legumbres en su estado natural antes de la obtención de los aislados. Aunque las legumbres tienen un alto contenido de carbohidratos, este disminuye significativamente durante el proceso de

obtención del aislado proteico, el cual está diseñado para maximizar la concentración de proteínas y reducir la presencia de otros macronutrientes (45). Esto se confirma en un estudio que comparó la composición proximal (g/100 g) de harinas de legumbres y sus aislados proteicos, donde se mostró que el contenido de carbohidratos de las harinas de legumbres presentaba entre 60.1 y 64.2 gramos de carbohidratos, mientras que los aislados proteicos de las mismas variedades contenían entre 6.1 y 10.5 gr . Además, el contenido de carbohidratos del aislado proteico de tarwi disminuye, demostrando que el proceso de aislamiento efectivamente concentra el contenido proteico del tarwi (73). Sin embargo, a pesar de que el proceso de obtención del aislado proteico de legumbres reduce el contenido de carbohidratos, el queso vegano sigue presentando un mayor contenido de carbohidratos en comparación con el queso fresco de vaca. Esto se debe a que otros ingredientes en la formulación del queso vegano, como la soya y el cushuro, contribuyen al aumento del contenido de carbohidratos. (72) . Además, el contenido de carbohidratos del aislado proteico de tarwi disminuye, demostrando que el proceso de aislamiento efectivamente concentra el contenido proteico del tarwi (73). Sin embargo, a pesar de que el proceso de obtención del APL reduce el contenido de carbohidratos, el queso vegano sigue presentando un mayor contenido de carbohidratos en comparación con el queso fresco de vaca. Esto se debe a que otros ingredientes en la formulación del queso vegano, como el frijol de soya y el cushuro, contribuyen al aumento del contenido de carbohidratos.

Con relación al contenido de fibra cruda encontrado en cada muestra de queso vegano, se observó una variación entre 1.01 g y 1.8 g, en contraste con el queso fresco vegano (QFV) que no contiene fibra (60). El uso de frijol de soya, APL y HC no solo optimiza el contenido de carbohidratos en las muestras de queso vegano, sino también el de fibra, aunque sea mínimamente. Esto se debe a que 100 g de HC contienen 5.77 gr de fibra (71), mientras que el frijol de soya, tarwi cocido, frijol negro y garbanzo contienen 9.3 g, 2.8 g, 15.2 g y 17.4 g de fibra, respectivamente (60). Aunque las legumbres poseen un considerable contenido de fibra, este disminuye

significativamente durante el proceso de obtención del aislado proteico (45). A pesar de que no existen muchos estudios que se centren en la cantidad de fibra en APL, un estudio evaluó el análisis proximal del aislado proteico de tarwi, mediante diferencia matemática entre la muestra y la suma del contenido de proteína, grasa, ceniza, humedad y carbohidratos, se encontró que el contenido de fibra era de 0.01 g, lo que demuestra que el proceso de aislamiento proteico maximiza la concentración de proteínas y reduce la presencia de otros macronutrientes (73). Cabe recalcar que la fibra en los APL disminuye considerablemente durante el proceso de aislamiento, su inclusión en las formulaciones de quesos veganos mejora notablemente la textura. Las legumbres, junto con la soya y la HC, contribuyen a una mejor textura del queso vegano en comparación con la textura más ligosa y acorchonada del queso fresco comercial. Por lo tanto, el uso de estos ingredientes enriquece el perfil nutricional de los quesos veganos y mejora sus propiedades sensoriales, ofreciendo una alternativa saludable y atractiva a los quesos tradicionales.

Por otro lado, el contenido total de hierro encontrado en las tres muestras de queso vegano se sitúa entre 40 y 55 mg, a comparación del queso fresco de vaca con solo 5 mg de hierro (60). Esto podría deberse a la HC que se usó para fortificar los quesos vegetales. Esto se comprueba con otros estudios que usaron cushuro para mejorar o fortificar alimentos, como la adición de (HC) en los alimentos convencionales como la pasta no solo aumenta su contenido nutricional, especialmente en términos de proteína y fibra, sino que también incrementa significativamente el contenido de hierro biodisponible, lo que es crucial para combatir la anemia y otros problemas relacionados con la deficiencia de este mineral (74). De igual forma, en la elaboración de bebidas, el cushuro ha mostrado ser un ingrediente valioso debido a su alto contenido en proteínas y minerales esenciales, como el hierro y de igual forma también contribuye a una mejor biodisponibilidad del hierro (75). Además, se observó que el cushuro mantiene buenas características sensoriales, como textura y sabor, lo que la hace atractiva para los consumidores (74). El cushuro se destaca por su excelente

composición nutricional, especialmente en términos de proteínas y hierro. El contenido de hierro en cushuro pulverizado es de  $15.72 \pm 2.70$  mg (71), lo cual es significativamente superior a muchos otros alimentos de consumo diario. Esto demuestra que el uso de ingredientes naturales y tradicionales como el cushuro en la formulación de alimentos innovadores subraya la importancia de rescatar y valorizar los recursos alimenticios autóctonos para combatir problemas de anemia y malnutrición (75), especialmente en regiones andinas donde es parte de la dieta tradicional.

En cuanto a la aceptabilidad de los atributos sensoriales, se observó que el queso vegano fortificado con aislado proteico de tarwi tuvo las calificaciones más altas en aceptabilidad general y en todos los atributos sensoriales evaluados, coincidiendo con un estudio similar en donde la adición de aislado proteico de tarwi en un yogurt, tuvo una favorable calificación en las características organolépticas de sabor, olor, color, textura y apariencia general (76). En contraste, el queso vegano fortificado con aislado proteico de garbanzo también mostró buenas calificaciones, especialmente en aceptabilidad general y sabor, destacando su potencial para enriquecer productos veganos con propiedades sensoriales adecuadas. Estos hallazgos son respaldados por investigaciones que muestran que el garbanzo, al igual que el tarwi, puede enriquecer productos con propiedades sensoriales satisfactorias. Otro estudio demostró que la adición de aislado proteico de germinado garbanzo en fideos, obtuvo una favorable aceptación por parte de los consumidores (77). Por otro lado, el QVFN mostró las calificaciones más bajas en todos los atributos evaluados, reflejando posibles desafíos en la formulación de productos que satisfagan las expectativas sensoriales del consumidor. Estas diferencias subrayan la importancia de la selección adecuada de ingredientes en la formulación de productos veganos para mejorar tanto su aceptabilidad como su valor nutricional.

## **5. Conclusión**

En conclusión, se puede afirmar que la adición de aislados proteicos y harina de cushuro, incrementa significativamente el valor nutricional de los quesos veganos, convirtiéndolos en un producto fortificado y particularmente en una opción clave para la lucha contra la malnutrición y la anemia.

Además, los consumidores mostraron una alta aceptación hacia la formulación QVT resaltando principalmente por el atributo del sabor que presenta esta muestra; seguido del QVG destacando por su olor y color, a diferencia del QVFN, que presentó puntuaciones más bajas, sobre todo en el atributo de sabor.

No obstante, estos resultados demuestran la necesidad de innovar en la creación de productos fortificados a base de vegetales, especialmente de aquellos que puedan integrarse fácilmente en la dieta diaria de las poblaciones más vulnerables.

## **Recomendaciones**

- Analizar otros ingredientes vegetales que puedan aportar nutrientes esenciales y mejorar las propiedades organolépticas del queso vegano.
- Seguir investigando la incorporación de diferentes aislados proteicos de legumbres para maximizar el aporte nutricional sin comprometer la aceptación del consumidor.
- Realizar estudios adicionales como la digestibilidad de proteína y hierro para optimizar el valor nutricional de las formulaciones de los quesos vegetales y balancear los ingredientes para mejorar la textura, el sabor y otros atributos sensoriales.

- Determinar la cantidad de calcio e investigar sobre el aporte de vitamina C para comprender mejor cómo diferentes técnicas de procesamiento y fortificación afectan la calidad sensorial y nutricional del queso vegano.
- Explorar procesos como el micro encapsulado y la atomización, que se puedan utilizar para mejorar la biodisponibilidad del cushuro, perfeccionar las características sensoriales de las formulaciones y asegurar un buen rendimiento del perfil nutricional del producto.

### **Limitaciones**

- Un factor significativo que afectó el desarrollo del proyecto fue la falta de disponibilidad del procedimiento de digestibilidad de hierro en los laboratorios solicitados. Esta limitación obligó a modificar parte del enfoque inicial del perfil del proyecto.
- Dificultad para acceder a la población inicialmente seleccionada, que consistía en niños menores de 5 años. Esto se debió principalmente al compromiso deficiente por parte de la directora del colegio y a la disposición limitada de los padres de familia para otorgar el permiso necesario para la participación de los menores en la investigación.
- Otra limitación fue para acceder a información actualizada y relevante sobre el tema específico abordado en la tesis. Esto potencialmente afectó la profundidad y la exhaustividad en la interpretación de la discusión, debido a la escasez de datos recientes y pertinentes disponibles en la literatura científica y académica.

## REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud. Malnutrición [Internet]. 2024 [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition> and <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/malnutrition>
2. Organización Mundial de la Salud. Anemia [Internet]. 2023 [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/>
3. Rodas-Alvarado L. anemia in future medical generations [Internet]. Vol. 20, Revista de la Facultad de Medicina Humana. Universidad Ricardo Palma (URP); 2020 [citado 1 de agosto de 2024]. p. 337-8. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-05312020000200337&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312020000200337&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
4. Cárdenas-Quintana H, Ramos-Padilla P, Lama-Segura E, Moreno-Pajuelo A. Nutri-Habi: Nutritional status and eating habits of incoming students at the National Agrarian University La Molina. Peru. Rev Esp Nutr Comunitaria [Internet]. 2019;25(4):165-71. Disponible en: <http://www.grupoaulamedica.com/nutricioncomunitaria/pdf/5300.pdf>
5. Apaza-Ahumada MG, Valdivia-Barra TP, Huilca-Maldonado HR, Ticona-Arapa HC, Chambi-Condori N, Zela Payi NO. Lifestyles and their relationship with Body Mass Index in university students from the highlands of Peru. Nutr Clin y Diet Hosp [Internet]. 2023;43(4):56-65. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/396/347>
6. Corresponsal A, Pipa-Carhuapoma AJ, Yulisa Abanto-Castro V, Guerra-Pizango LA, Santiago Cortez-García J, Mercedes García-Avilez K, et al. Hábitos alimentarios en estudiantes universitarios. Health Care & Global Health. 2022;6(2):87-9. Disponible en: <https://doi.org/10.22258/hgh.2022.62.138>
7. Anastacio-Landa F, Dominguez-Lara S, Romo-González T, Herrera-Meza S, Campos-Uscanga Y. Validación del Cuestionario para medir conductas alimentarias de riesgo de malnutrición por exceso en universitarios mexicanos. 2022;42(4):108-16. Disponible en: <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/314/267>
8. Cappellini MD, Musallam KM, Taher AT. Iron deficiency anaemia revisited. J Intern Med. febrero de 2020;287(2):153-70.
9. Singer CE, Vasile CM, Popescu M, Popescu AIS, Marginean IC, Iacob GA, et al. Role of Iron Deficiency in Heart Failure-Clinical and Treatment Approach: An Overview. Diagn Basel Switz. 13 de enero de 2023;13(2):304.

10. Bellakhal S, Ouertani S, Antit S, Abdelaali I, Teyeb Z, Dougui MH. Iron deficiency anemia: clinical and etiological features. *Tunis Med.* diciembre de 2019;97(12):1389-98.
11. Chaparro CM, Suchdev PS. Anemia epidemiology, pathophysiology, and etiology in low- and middle-income countries. *Ann N Y Acad Sci.* agosto de 2019;1450(1):15-31.
12. Quispe H. Anemia ferropénica y su relación con el rendimiento académico en estudiantes universitarias. *Rie* [Internet]. 2021;3:7. Disponible en: <https://revistainnovaeducacion.com/index.php/rie/article/download/298/243/731>
13. Luis J, Chumbes H, Calle NH, Jares KR, Guillermo EM. Resumen-Peru-Encuesta-Demografica-Y-De-Salud-Familiar-Endes-2023 [Internet]. Perú; Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6389989/5601739-resumen-peru-encuesta-demografica-y-de-salud-familiar-endes-2023.pdf?v=1716478980>
14. Instituto Nacional de Salud - Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Vigilancia de la situación del sobrepeso, obesidad y sus determinantes en el marco del observatorio de nutrición y estudio del sobrepeso y obesidad. *Minist Salud* [Internet]. 2023;229. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5800474/5146110-informe-tecnico-situacion-del-sobrepeso-y-obesidad-en-marco-observatorio-2023.pdf>
15. Moscheo C, Licciardello M, Samperi P, La Spina M, Di Cataldo A, Russo G. New Insights into Iron Deficiency Anemia in Children: A Practical Review. *Metabolites.* 25 de marzo de 2022;12(4):289.
16. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis). Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma - PNAE - QALI WARMA [Internet]. 2024 [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/qaliwarma>
17. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis). Programa de Complementación Alimentaria (PCA) - Contenido institucional - Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - Plataforma del Estado Peruano [Internet]. [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/11779-ministerio-de-desarrollo-e-inclusion-social-programa-de-complementacion-alimentaria-pca>
18. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis). Programa Nacional Cuna Más - PNCM - Plataforma del Estado Peruano [Internet]. [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/cunamas>
19. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (Midis). Programa Nacional de Apoyo Directo a los más Pobres - JUNTOS - JUNTOS [Internet]. 2024 [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/juntos>

20. MEF. Programa de Vaso de Leche [Internet]. Ministerio de Economía y Finanzas. Perú; 2023 [citado 25 de julio de 2024]. Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=100694&view=article&catid=243&id=393&lang=es-ES](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=100694&view=article&catid=243&id=393&lang=es-ES)
21. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. Programa Nacional Plataformas de Acción para la Inclusión Social [Internet]. Plataforma digital única del Estado Peruano. 2024 [citado 25 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.pe/pais>
22. Didinger C, Thompson HJ. Defining Nutritional and Functional Niches of Legumes: A Call for Clarity to Distinguish a Future Role for Pulses in the Dietary Guidelines for Americans. *Nutrients*. 27 de marzo de 2021;13(4):1100.
23. Hughes J, Pearson E, Grafenauer S. Legumes-A Comprehensive Exploration of Global Food-Based Dietary Guidelines and Consumption. *Nutrients*. 27 de julio de 2022;14(15):3080.
24. Yanni AE, Iakovidis S, Vasilikopoulou E, Karathanos VT. Legumes: A Vehicle for Transition to Sustainability. *Nutrients*. 27 de diciembre de 2023;16(1):98.
25. Walsh K, Delamare de la Villena de Chenevarin G, McGurk J, Maitland K, Frost G. Development of a legume-enriched feed for treatment of severe acute malnutrition. *Wellcome Open Res*. 2021;6:206.
26. Corpus-Gomez A, Alcantara-Callata M, Celis-Teodoro H, Echevarria-Alarcón B, Paredes-Julca J, Paucar-Menacho LM. Cushuro (*Nostoc sphaericum*): Hábitat, características fisicoquímicas, composición nutricional, formas de consumo y propiedades medicinales. *Agroindustrial Sci*. 25 de agosto de 2021;11(2):231-8.
27. Zhu S, Xu J, Adhikari B, Lv W, Chen H. *Nostoc sphaeroides* Cyanobacteria: a review of its nutritional characteristics and processing technologies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2023;63(27):8975-91.
28. Méndez-Ancca S, Pepe-Victoriano R, Gonzales HHS, Zambrano-Cabanillas AW, Marín-Machuca O, Rojas JCZ, et al. Physicochemical Evaluation of Cushuro (*Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault) in the Region of Moquegua for Food Purposes. *Foods Basel Switz*. 10 de mayo de 2023;12(10):1939.
29. Maguiña Ignacio EK, Mogollón Jimenez LY, Tafur Santillán JI. Fideos de harina de habas. *Univ Científica Sur* [Internet]. 2020 [citado 12 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1009>
30. Torres Jiménez AM, Chambi Rodríguez AD, Sumire Qquenta D. Elaboración de Nuggets a base de gluten y harinas andinas de la región de Puno. *Acta Nova*. noviembre de 2020;9(5-6):669-85.

31. Ari Grados AK. Nuggets a base de cushuro, quinua y lentejas “Lenshuro”. 2020;158-158.
32. Mazumder MAR, Sukchot S, Phonphimai P, Ketnawa S, Chaijan M, Grossmann L, et al. Mushroom-Legume-Based Minced Meat: Physico-Chemical and Sensory Properties. *Foods Basel Switz*. 23 de mayo de 2023;12(11):2094.
33. Arce Zhindón GB, Granja Villacreses LK. Elaboración de una galleta formulada a base de harina de garbanzo, quinua, trigo y su aceptabilidad en adolescentes, que asisten a la Unidad Educativa Fiscal “Dr. Teodoro Alvarado Olea” de la ciudad de Guayaquil, en el período octubre del 2018 a febrero del 2019. 19 de marzo de 2019 [citado 12 de marzo de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/12418>
34. Arqueros Gómez S. Desarrollo de un snack extrusionado de harina de lenteja y maíz dirigido a la población con intolerancia al gluten [Internet]. [España]: Universidad de Valladolid; 2020 [citado 12 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/42513>
35. Falcon Ponce RJ. Yimpy Gummies - Gomitas nutritivas a base de Cushuro. Alicia. 2020;240-240.
36. Aguilar Quispe M, Asunción Mejia OJ, Pinto Guillen RD, Rios Pantoja CA, Velasquez Rodriguez YE. Caramelos elaborados a base cushuro. 2020 [citado 12 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/f007a295-f88c-4e6d-9d08-a5dcb94bcf84>
37. González Urrutia R. Biodisponibilidad del hierro. *Rev Costarric Salud Pública*. julio de 2005;14(26):6-12.
38. Mallma Marca F, Quispe Murga E. Formulación de un extruído rico en hierro a partir de bazo bovino (*bos taurus*), tarwi (*lupinus mutabilis*) kiwicha (*amaranthus caudatus*) y grits de maíz (*zea mays*), edulcorado con jarabe de yacon (*smallanthus sonchifolius*) para niños de 3 - 5 años. 2015 [citado 12 de marzo de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/519>
39. Frontela C, Ros G, Martínez C. Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos. *Arch Latinoam Nutr*. septiembre de 2008;58(3):215-20.
40. Zhang YY, Stockmann R, Ng K, Ajlouni S. Revisiting phytate-element interactions: implications for iron, zinc and calcium bioavailability, with emphasis on legumes. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 16 de febrero de 2022;62(6):1696-712.

41. Kontoghiorghes GJ, Kolnagou A, Kontoghiorghe CN, Mourouzidis L, Timoshnikov VA, Polyakov NE. Trying to Solve the Puzzle of the Interaction of Ascorbic Acid and Iron: Redox, Chelation and Therapeutic Implications. *Medicines*. 30 de julio de 2020;7(8):45.
42. Timoshnikov VA, Kobzeva TV, Polyakov NE, Kontoghiorghes GJ. Redox Interactions of Vitamin C and Iron: Inhibition of the Pro-Oxidant Activity by Deferiprone. *Int J Mol Sci*. 31 de mayo de 2020;21(11):3967.
43. Wei X, Du M, Hong SY, Om AS. Degradation of Patulin in Pear Juice and Apple Juice by Ascorbic Acid and the Combination of Ascorbic Acid and Ferrous Iron. *Toxins*. 28 de octubre de 2022;14(11):737.
44. Doseděl M, Jirkovský E, Macáková K, Krčmová LK, Javorská L, Pourová J, et al. Vitamin C—Sources, Physiological Role, Kinetics, Deficiency, Use, Toxicity, and Determination. *Nutrients*. 13 de febrero de 2021;13(2):615.
45. Wang M, Jiang L, Li Y, Liu Q, Wang S, Sui X. Optimization of extraction process of protein isolate from mung bean. En: *Procedia Engineering* [Internet]. 2011 [citado 25 de julio de 2024]. p. 5250-8. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/271637751\\_Optimization\\_of\\_Extraction\\_Process\\_of\\_Protein\\_Isolate\\_from\\_Mung\\_Bean](https://www.researchgate.net/publication/271637751_Optimization_of_Extraction_Process_of_Protein_Isolate_from_Mung_Bean)
46. González Morales RA. Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala [Internet]. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2004. Disponible en: <https://bibliotecafarmacia.usac.edu.gt/tesis/QB777.pdf>
47. Mullisca Mamani SE. Aceptabilidad y análisis proximal en quesos paria comercializados en los mercados del distrito de Azángaro 2020 [Internet]. [Puno]: Universidad Nacional del Altiplano; 2022. Disponible en: [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18762/Mullisaca\\_Mamani\\_Sayury\\_Esthefanny.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18762/Mullisaca_Mamani_Sayury_Esthefanny.pdf?sequence=3&isAllowed=y) 32
48. Zare Valdez KJ. Efecto de la concentración de masa de tarwi y de agar agar sobre las proteínas, firmeza, color y aceptabilidad general de queso tipo mozzarella de tarwi (*Lupinus mutabilis*). 2023;76-76.
49. Salcedo IJM. Cenizas y Grasas. [Arequipa]: Universidad Nacional de San Agustín; 2014.
50. Toral MI, Lara N, Gomez J, Richter P. Determinacion de hierro en fase solida por espectrofotometria derivada de segundo orden. *Bol Soc Chil Quím*. marzo de 2001;46(1):51-60.

51. FAO. Examen de los métodos de análisis. Vol. 1. 2020. 122-122 p.
52. Ruiz A, Mar C, Garc J, Rojas AV. Cuantificación de hierro ferroso en espinaca y harina fortificada: una aplicación para la industria de panificación. *J Eng Technol.* 2012;1:26-33.
53. Evaluaci PDE, La EDE, Peec C, Ambiental M, Alimentos DE, Xxxxxxxxxxxxxxx S, et al. Programa macronutrientes en alimentos: 2022;1-45. Disponible en: <https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2023/02/INFORMEFINAL-SP4-2022-V0.pdf>
54. Pérez K, Elías C, Delgado V. High-protein snack: an extruded from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), and sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Sci Agropecu.* 2017;8(4):377-88.
55. Camacho-Bernal GI, Del N, Cruz-Cansino S, Alanís-García E, Calderón-Ramos ZG, Ramírez-Moreno E, et al. Educación y Salud Boletín Científico de Ciencias de la Salud del ICSa Proximal Chemical Analysis of Hive Products from an Apiary of Tulancingo, Hidalgo. *Publicación Semest No [Internet].* 2019;14(14):65-9. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/issue/archive:https://orcid.org/0000-0003-4810-8099,ORCID:https://orcid.org/0000-0002-6771-3684>
56. Narayanan P, Chinnasamy B, Jin L, Clark S. Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. *J Dairy Sci [Internet].* 1 de junio de 2014 [citado 25 de julio de 2024];97(6):3262-72. Disponible en: <http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022030214002185/fulltext>
57. Yang M, Li N, Tong L, Fan B, Wang L, Wang F, et al. Comparison of physicochemical properties and volatile flavor compounds of pea protein and mung bean protein-based yogurt. *LWT [Internet].* 1 de diciembre de 2021 [citado 22 de julio de 2024];152:112390. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643821015437?via%3Dihub>
58. Albarracín M. Universidad Técnica de Cotopaxi. Repos Uta [Internet]. 2010 [citado 22 de julio de 2024];67. Disponible en: <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9075/1/MUTC-001313.pdf>
59. Zhu X, Li X, Liu X, Li J, Zeng XA, Li Y, et al. Pulse Protein Isolates as Competitive Food Ingredients: Origin, Composition, Functionalities, and the State-of-the-Art Manufacturing [Internet]. Vol. 13, *Foods*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024 [citado 15 de julio de 2024]. Disponible en: </pmc/articles/PMC10778321/>

60. Ministerio de Salud del Perú. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. Perú. 2009;64. Disponible en: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>
61. A. SD. Queso y salud cardiovascular: una mirada actualizada [Internet]. 2020 [citado 22 de julio de 2024]. Disponible en: [https://consorciolechero.cl/libro-capitulo/LNS\\_SI\\_C22\\_Quesos\\_y\\_salud\\_cardiovascular.pdf](https://consorciolechero.cl/libro-capitulo/LNS_SI_C22_Quesos_y_salud_cardiovascular.pdf)
62. Organización Mundial de la Salud. Ingesta de ácidos grasos saturados y ácidos trans en adultos y niños: resumen de la directriz de la OMS [saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guidelines summary]. 2023; Disponible en: <https://iris.who.int/handle/10665/375035>
63. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2018 [citado 22 de julio de 2024]. p. 1-3. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
64. MAPA. Soja, *Glycine hyspida maxim*. Legumbres [Internet]. 2013;223-4. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/soja\\_tcm30-102716.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/soja_tcm30-102716.pdf)
65. Pulido R, Pinzón DM, Tarazona Díaz MP. Nutritional, microbiological and sensorial characterization of fresh cheese. *Nutr Clin y Diet Hosp* [Internet]. 2018 [citado 15 de julio de 2024];38(3):74-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/329252575\\_Nutritional\\_microbiologica\\_l\\_and\\_sensorial\\_characterization\\_of\\_fresh\\_cheese](https://www.researchgate.net/publication/329252575_Nutritional_microbiologica_l_and_sensorial_characterization_of_fresh_cheese)
66. F. Saura-Calixto, I. Goñi, J. Serrano. Caracterización de los alimentos tradicionales de la dieta española [Internet]. 2007 [citado 22 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/429-2016-04-27-capitulo-4-legumbres-2007.pdf>
67. Enjamio Perales Paula Rodríguez Alonso Teresa Valero Gaspar Emma Ruiz Moreno José Manuel Ávila Torres Gregorio Varela Moreiras En colaboración con L. Informe sobre Legumbres, Nutrición y Salud Fundación Española de la Nutrición (FEN) Autores. [citado 22 de julio de 2024]; Disponible en: <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/informe-legumbres-nutricion-y-saludvw.pdf>
68. Ministerio de salud. Decreto Supremo que aprueba el reglamento de la ley N° 30021, Ley de la Promoción de la Alimentación Saludable [Internet]. Perú; 2017. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/189851/189343\\_DS\\_017-2017-SA.PDF20180823-24725-1gajie4.PDF?v=1535064154](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/189851/189343_DS_017-2017-SA.PDF20180823-24725-1gajie4.PDF?v=1535064154) .

69. Noone EJ, Roche HM, Nugent AP, Gibney MJ. The effect of dietary supplementation using isomeric blends of conjugated linoleic acid on lipid metabolism in healthy human subjects. *Br J Nutr* [Internet]. septiembre de 2002 [citado 22 de julio de 2024];88(3):243-51. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-nutricion-humana-dietetica-283-articulo-papel-las-leguminosas-alimentacion-actual-X2173129210523381>
70. Ríos-Castillo I, Acosta E, Samudio-Núñez E, Hruska A, Gregolin A. Beneficios nutricionales, agroecológicos y comerciales de las legumbres [Internet]. Vol. 45, *Revista Chilena de Nutrición. Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología*; 2018 [citado 22 de julio de 2024]. p. 8-13. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182018000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000200008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
71. Alegre Raúl E., Ojeda Margarita, Acuña Alex. Análisis proximal y contenido de hierro y calcio de *Nostoc sphaericum* «cushuro» deshidratado procedente de la laguna de Conococha, Catac-Huaraz. *UCV Sci* [Internet]. 2020;12(2):137-49. Disponible en: <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/UCV-SCIENTIA>
72. Gundogan R, Can Karaca A. Physicochemical and functional properties of proteins isolated from local beans of Turkey. *LWT* [Internet]. 1 de agosto de 2020 [citado 24 de julio de 2024];130:109609. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820305983?via%3Dihub>
73. Guerra F. D, Pozo P. P. Análisis proximal y perfil de aminoácidos del aislado proteico del chocho andino ecuatoriano (Fabaceae: *Lupinus mutabilis*). *infoANALÍTICA* [Internet]. 2018;6(1):55-66. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113389>
74. Digestibility C, Esteward W, Mart C. Enhancing Nutritional Profile of Pasta : The Impact of Sprouted Health Potential. 2023; Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/24/4395>
75. Chasquibol N, Sotelo A, Alarcón R. Development of Powdered Beverage with Cushuro (*Nostoc commune*) Concentrated Protein and Quinoa (*Chenopodium quinoa*). En: *Biology and Life Sciences Forum 2023, Vol 25, Page 2* [Internet]. Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2023 [citado 22 de julio de 2024]. p. 2. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2673-9976/25/1/2/htm>
76. Huayta P. “Evaluación de las características organolépticas del yogur con adición de aislado proteico de harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*)”. 2019;10-1. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/5992>
77. Sofi SA, Singh J, Muzaffar K, Majid D, Dar BN. Physicochemical characteristics of protein isolates from native and germinated chickpea cultivars and their noodle quality. *Int J Gastron Food Sci*. 1 de diciembre de 2020;22:100258.