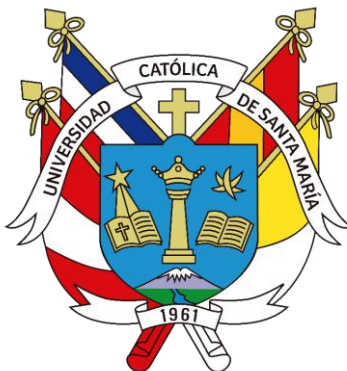


**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria**



**Elaboración de una barra energética funcional a base de un cereal andino,  
tarwi (*Lupinus mutabilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Velarde Montoya, Maria Fernanda**

**ORCID: 0009-0002-2316-5177**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Industria Alimentaria

Asesora:

**Mg. Paredes Muñoz, Danissa Carmen**

**ORCID: 0000-0002-2593-1026**

**Arequipa – Perú**

**2026**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 07 de Diciembre del 2025

**Dictamen: 015631-C-EPIDA-2025**

Visto el borrador del expediente 015631, presentado por:

**2020702782 - VELARDE MONTOYA MARIA FERNANDA**

Titulado:

**ELABORACIÓN DE UNA BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL A BASE DE UN CEREAL ANDINO,  
TARWI (LUPINUS MUTABILIS) Y JARABE DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS)**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO DE INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**29311468 - ARENAS RODRIGUEZ MARTHA BEATRIZ  
DICTAMINADOR**



**29637633 - SALAS CASTRO JORGE ENRIQUE  
DICTAMINADOR**



**29636520 - PALO GRESIA PATRICIA SUSANA  
DICTAMINADOR**



# Elaboración de una barra energética funcional a base de un cereal andino, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

## INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucsm.edu.pe">repositorio.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

Mi trabajo de investigación se la  
dedico a Dios por ser el pilar en mi vida,  
por darme fortaleza en los momentos difíciles  
y guiarme en cada paso de este camino.



## AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Adriana, por ser mi mayor inspiración y apoyo incondicional. Gracias por creer en mí, por tu amor infinito y por todos los sacrificios que hiciste para que pudiera cumplir mis sueños. Este logro es tan tuyo como mío.

A mis tíos, por su cariño, consejos y palabras de aliento en cada etapa de mi vida. Gracias por estar siempre presentes.

A mis amigos, por acompañarme en este camino, el apoyo mutuo y por hacer más llevaderos los momentos difíciles.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo. Gracias por su paciencia, dedicación y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí. Cada enseñanza ha dejado huella en mi formación.

A mi asesora Ing. Dannisa, por su guía, paciencia y compromiso durante todo el desarrollo de mi tesis. Gracias por sus valiosos aportes, por creer en mí y por impulsarme a superarme constantemente.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo elaborar una barra energética funcional a base de un cereal andino, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). La investigación se realizó en dos etapas experimentales.

Durante la primera etapa, se optimizó el jarabe de yacón al analizar tres concentraciones (60°, 66° y 72° Brix) en dos tratamientos: presión atmosférica y al vacío. Como la inulina que contiene el yacón beneficia la flora intestinal, esta optimización era imprescindible. El jarabe a 66°Brix bajo presión al vacío resultó ser el más apropiado, ya que conservó de manera más efectiva sus propiedades con un 37.50% de azúcares reductores, tuvo un tiempo de procesamiento reducido (180.88 minutos), una buena aceptación sensorial (4.5/5) y un rendimiento adecuado (15.94%). Las pruebas preliminares, determinaron que la concentración ideal era 66°Brix con un 30% de inclusión del jarabe de yacón en la formulación.

En la segunda etapa, se utilizó el programa Solver de Excel para establecer las proporciones de ingredientes cumpliendo con los requisitos nutricionales de la normativa. Se elaboraron tres formulaciones con diferentes cereales andinos: F1 con kiwicha inflada (20%), F2 con quinua inflada (17%) y F3 con avena en hojuelas (24%), todas con 30% de jarabe de yacón y proporciones variables de harina de tarwi.

Tras los análisis nutricionales y sensoriales, la Formulación 2 (quinua) fue la óptima, destacando por su contenido proteico de 23.79%, superior al requerimiento mínimo de 8.5% (MIDIS, 2022). Además, presentó 59.17% de carbohidratos, 9.53% de grasa, 6.14% de fibra, 5.08% de humedad y 417.61 kcal/100g, obteniendo los valores más altos en sabor y aceptabilidad (4.5/5). Los análisis microbiológicos mostraron recuentos de coliformes <3 NMP/g, aerobios mesófilos <10<sup>3</sup> UFC/g y ausencia de levaduras y mohos, cumpliendo con la R.M. N° 591-2008/MINSA.

Se concluye que es factible elaborar barras energéticas funcionales con alto valor nutricional mediante la formulación de harina de tarwi, jarabe concentrado al vacío de yacón y quinua inflada, representando una opción saludable que utiliza ingredientes andinos y favorece los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2 y 3.

**Palabras clave:** Barra energética funcional, tarwi, jarabe de yacón

## ABSTRACT

This research aimed to develop a functional energy bar based on the Andean grain tarwi (*Lupinus mutabilis*) and yacon syrup (*Smallanthus sonchifolius*). The research was conducted in two experimental stages.

During the first stage, the yacon syrup was optimized by analyzing three concentrations (60°, 66°, and 72° Brix) under two treatments: atmospheric pressure and vacuum. Since the inulin contained in yacon benefits the intestinal flora, this optimization was essential. The 66° Brix syrup under vacuum proved to be the most suitable, as it more effectively preserved its properties with 37.50% reducing sugars, had a reduced processing time (180.88 minutes), good sensory acceptance (4.5/5), and an adequate yield (15.94%). Preliminary tests determined that the ideal concentration was 66° Brix with a 30% inclusion of yacon syrup in the formulation. In the second stage, Excel's Solver program was used to establish ingredient proportions that met the nutritional requirements of the regulations. Three formulations were developed using different Andean grains: F1 with puffed kiwicha (20%), F2 with puffed quinoa (17%), and F3 with rolled oats (24%), all containing 30% yacon syrup and varying proportions of tarwi flour. After nutritional and sensory analyses, Formulation 2 (quinoa) was the optimal choice, standing out for its protein content of 23.79%, exceeding the minimum requirement of 8.5% (MIDIS, 2022). It also presented 59.17% carbohydrates, 9.53% fat, 6.14% fiber, 5.08% moisture, and 417.61 kcal/100g, achieving the highest scores for flavor and acceptability (4.5/5). Microbiological analyses showed coliform counts <3 MPN/g, mesophilic aerobes <10<sup>3</sup> CFU/g, and an absence of yeasts and molds, complying with Ministerial Resolution No. 591-2008/MINSA.

It is concluded that it is feasible to develop functional energy bars with high nutritional value using tarwi flour, vacuum-packed yacon syrup, and puffed quinoa, representing a healthy option that utilizes Andean ingredients and supports Sustainable Development Goals 2 and 3.

**Keywords:** Functional energy bar, tarwi, yacon syrup

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1.1 Descripción del problema.....	2
1.2 Justificación de la investigación.....	4
1.2.1 Social.....	4
1.2.2 Científica-Tecnológica.....	4
1.2.3 Económica.....	5
1.3 Estado del arte.....	5
1.4 Bases teóricas de la investigación.....	10
1.4.1 Tarwi.....	10
1.4.2. Avena.....	15
1.4.3. Cereales Andinos.....	19
1.4.3.1 Quinoa.....	19
1.4.3.2 Kiwicha.....	22
1.4.4. Yacón.....	25
1.4.5. Fundamentación de las materias primas empleadas.....	29
1.4.6. Métodos de elaboración del jarabe de yacón.....	30
1.4.7. Métodos de elaboración de barras energéticas funcionales.....	31
1.4.8. Barras energéticas.....	32
1.5. Objetivos de la Investigación.....	34
1.5.1. Objetivo general:.....	34
1.5.2. Objetivos específicos:.....	34

1.6. Hipótesis: .....	34
CAPÍTULO II .....	35
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	35
2.1. Identificación de las materias primas .....	35
2.1.1. Análisis Físico Químico .....	35
2.1.2. Análisis Organoléptico .....	36
2.1.3. Análisis Químico Proximal .....	36
2.1.4. Análisis Microbiológicos .....	37
2.2. Evaluación de experimentos.....	38
2.2.1. Experimento 1 .....	38
2.2.1.1 Resultados de la Evaluación Organoléptica del Olor en el Jarabe de yacón por 10 Panelistas .....	40
2.2.1.3. Resultados de la Evaluación Organoléptica del color en el Jarabe de yacón por 10 Panelistas.....	44
2.2.1.4. Resultados del Rendimiento del Jarabe de yacón .....	46
2.2.1.5. Resultados del Tiempo del Jarabe de yacón a diferentes presiones .....	48
2.2.1.6. Resultados de azúcares reductores del Jarabe de yacón.....	50
2.2.1.7 Prueba 1: Efecto de la concentración del jarabe de yacón en barras energéticas.....	51
2.2.1.8. Prueba 2: Determinación del porcentaje óptimo de jarabe de yacón en la formulación .....	57
2.2.2. Experimento 2 .....	64
2.2.2.1. Resultados de Textura de las barras energéticas .....	66
2.2.2.2. Evaluación sensorial del olor en barras energéticas.....	67
2.2.2.3. Evaluación sensorial del sabor de las barras energética.....	69
2.2.2.4. Evaluación sensorial del color de las barras energética .....	71
2.2.2.5. Evaluación sensorial de la aceptabilidad de las barras energética .....	72
2.2.2.6. Análisis Proximal de las barras energéticas .....	74
2.3. Evaluación del producto final .....	77

2.3.1. Análisis Físico – Organoléptico .....	77
2.3.1. Análisis Proximal del Producto Final.....	79
2.3.1. Análisis Microbiológicos .....	79
2.3.2. Vida Útil del Producto.....	80
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES .....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	85
ANEXOS.....	99



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición nutricional de <i>L. mutabilis</i> .....	12
Tabla 2: Composición química de Tarwi con cáscara y sin cáscara .....	13
Tabla 3: Composición química de Harina de Tarwi(g/100g).....	13
Tabla 4: Composición Nutricional de Avena en Hojuelas (Oats, Whole Grain, Rolled, Old Fashioned) por 100 g.....	17
Tabla 5: Composición proximal de Quinoa cruda por 100 g .....	21
Tabla 6: Composición proximal de kiwicha en hojuelas por 100 g.....	24
Tabla 7: Composición química de 1 kg de raíz fresca de yacón .....	27
Tabla 8: Métodos de elaboración del jarabe de yacón .....	30
Tabla 9: Métodos de elaboración de barras energéticas funcionales .....	31
Tabla 10: Análisis Físicoquímico de las Materias Primas .....	35
Tabla 11: Análisis Organoléptico de las Materias Primas .....	36
Tabla 12: Análisis Químico Proximal de las Materias Primas.....	36
Tabla 13: Análisis Microbiológicos de las Materias Primas:.....	37
Tabla 14: Análisis de Varianza: Evaluación del Olor del Jarabe de Yacón.....	41
Tabla 15: Análisis de Varianza: Evaluación del Sabor del Jarabe de Yacón.....	43
Tabla 16: Análisis de Varianza: Evaluación del Color del Jarabe de Yacón.....	45
Tabla 17: Análisis de Varianza del Rendimiento del Jarabe de Yacón .....	47
Tabla 18: Análisis de Varianza: Tiempo de concentración del Jarabe de Yacón .....	49
Tabla 19: Resultados de azúcares reductores de los tratamientos del jarabe de yacón.....	50
Tabla 20: Evaluación sensorial de barras energéticas según formulación y concentración de jarabe de yacón .....	53
Tabla 21: Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre la Textura ....	53
Tabla 22: Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre el Dulzor ....	54
Tabla 23: Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre el Sabor .....	55
Tabla 24: Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre la Aceptabilidad .....	56
Tabla 25: Análisis de Varianza: Evaluación de Cohesión según porcentaje de jarabe de yacón.....	59
Tabla 26: Análisis de Varianza: Evaluación de Dulzor según porcentaje de jarabe de yacón	59
Tabla 27: Análisis de Varianza: Evaluación de Aceptabilidad según porcentaje de jarabe de yacón.....	60

Tabla 28: Formulación de las barras energéticas .....	64
Tabla 29: Análisis de Varianza: Texturas de barras energéticas.....	66
Tabla 30: Resultados de la evaluación del olor de las barras energéticas.....	67
Tabla 31: Análisis de Varianza: Evaluación del Olor de las barras energéticas .....	68
Tabla 32: Resultados de la evaluación del sabor de las barras energética .....	69
Tabla 33: Análisis de Varianza: Evaluación del Sabor de las formulaciones de barras energéticas .....	70
Tabla 34: Resultados de la evaluación del color de las barras energéticas .....	71
Tabla 35: Análisis de Varianza: Evaluación del Color de las barras energéticas .....	72
Tabla 36: Resultados de la aceptabilidad de las barras energética.....	72
Tabla 37: Análisis de Varianza: Evaluación de la aceptabilidad de las formulaciones de barras energéticas.....	73
Tabla 38: Composición proximal de las barras energéticas .....	74
Tabla 39: Análisis Físico – Químico en el Producto Final .....	77
Tabla 40: Análisis Organoléptico en el Producto Final .....	78
Tabla 41: Análisis Químico Proximal en el Producto Final.....	79
Tabla 42: Análisis Microbiológico en el Producto Final .....	79
Tabla 43: Tiempo de Vida Útil de la barra energética final.....	81
Tabla 44: Requerimiento de equipos y reactivos para la investigación .....	101
Tabla 45: Requerimiento de material de laboratorio y material adicional.....	102
Tabla 46: Metodología .....	107
Tabla 47: Análisis correspondientes al producto final.....	115

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Porcentaje (%) de obesidad en adultos mayores de 18 años de países andinos: 2018,2020 y 2022 .....	3
Figura 2: Diagrama Experimental del Primer Experimento.....	39
Figura 3: Resultados de la evaluación del Olor del jarabe de yacón .....	40
Figura 4: Resultados Promedio de la Evaluación del Olor del Jarabe de yacón .....	40
Figura 5: Evaluación del Sabor del jarabe de yacón .....	42
Figura 6: Resultados Promedio de la Evaluación del Sabor del Jarabe de yacón .....	42
Figura 7: Evaluación del Color del jarabe de yacón .....	44
Figura 8: Resultados Promedio de la Evaluación del Color del Jarabe de yacón .....	44
Figura 9: Rendimiento del jarabe de yacón.....	46
Figura 10: Resultados Promedio del Rendimiento Jarabe de yacón .....	46
Figura 11: Evaluación del tiempo de concentración del Jarabe de Yacón.....	48
Figura 12: Resultados Promedios del tiempo del Jarabe de Yacón .....	48
Figura 13: Resultados de azúcares reductores del jarabe de yacón a diferentes presiones .....	50
Figura 14: Diagrama Experimental de la primera prueba .....	52
Figura 15: Diagrama Experimental de la segunda prueba .....	57
Figura 16: Formulaciones de la barra energética a diferentes porcentajes de jarabe de yacón .....	58
Figura 17: Resultados de las pruebas sensoriales de las barras energéticas a diferentes porcentajes de jarabe de yacón .....	58
Figura 18: Diagrama Experimental del segundo experimento .....	65
Figura 19: Resultados de la Textura de barras energéticas por formulación .....	66
Figura 20: Valores promedio de textura en barras energéticas .....	66
Figura 21: Resultados promedio del olor de las formulaciones de barras energéticas .....	68
Figura 22: Resultados promedio del sabor de las barras energéticas .....	69
Figura 23: Resultados promedio del color de las barras energéticas .....	71
Figura 24: Resultados promedio de la aceptabilidad de las formulaciones de barras energéticas .....	73
Figura 25: Matriz general de variables, indicadores y métodos por experimento .....	106
Figura 26: Proceso del Jarabe de Yacón .....	112
Figura 27: Proceso de elaboración de barras energéticas funcionales .....	113
Figura 28: Flujograma experimental general .....	114

Figura 29: Resultados de la vida útil de la barra energética..... 135

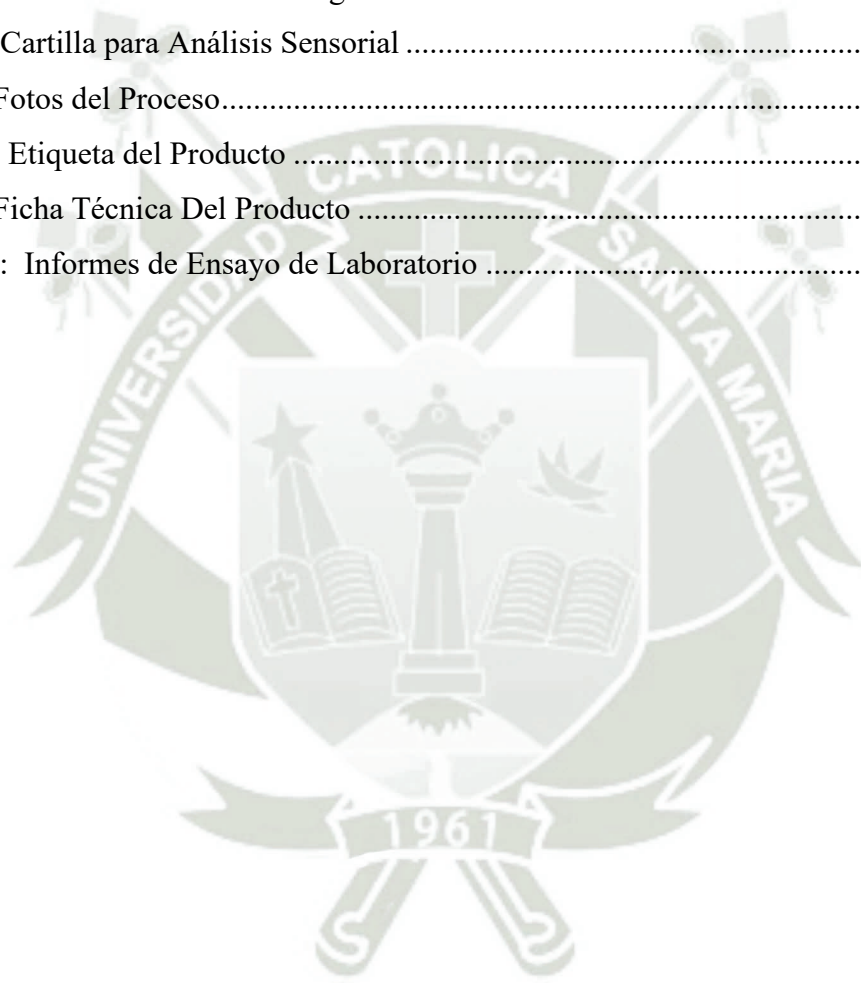
Figura 30: Comparación de los resultados de textura con el punto Critico ..... 135

Figura 31: Datos para Ecuación de Arrhenius ..... 136



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:Planteamiento operacional.....	99
Anexo 2: Estructura del Artículo científico .....	116
Anexo 3: Resultados de Prueba de Tukey.....	125
Anexo 4:Regresión Múltiple del Jarabe de Yacón.....	132
Anexo 5:Vida Útil de la Barra Energética .....	135
Anexo 6: Cartilla para Análisis Sensorial .....	137
Anexo 7:Fotos del Proceso.....	140
Anexo 8: Etiqueta del Producto .....	143
Anexo 9:Ficha Técnica Del Producto .....	144
Anexo 10: Informes de Ensayo de Laboratorio .....	146



## INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la industria alimentaria se está demandando cada vez más productos que no solo cumplan con los requerimientos energéticos, sino que además ofrezcan beneficios para la salud. Esta tendencia se debe a un problema complicado como la inseguridad alimentaria que tiene impacto en millones de personas que no tienen acceso económico a una dieta equilibrada, por otro lado, las estadísticas sobre obesidad y sobrepeso siguen aumentando, con 7 de cada 10 peruanos sufriendo exceso de peso (MINSA, 2023). Este problema se manifiesta en la necesidad urgente de crear opciones alimentarias que sean nutritivas, asequibles y funcionales.

El Perú, que según el Ministerio del Ambiente (2019) es uno de los cuatro países más megadiversos del mundo, cuenta con una riqueza extraordinaria en cultivos andinos con características nutricionales superiores, sin embargo, no son incluidos de la alimentación diaria de muchas familias. Entre estos recursos sobresale el tarwi (*Lupinus mutabilis*), una leguminosa antigua con una cantidad de proteínas similar a la de la soya, los cereales andinos como la avena, quinua y kiwicha, valorados por su perfil nutricional y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), un tubérculo que es un endulzante natural con propiedades prebióticas debido a sus beneficios funcionales, en particular a su contenido de fructooligosacáridos.

Ante esta problemática, se planteó la necesidad de desarrollar barras energéticas funcionales mediante la combinación de harina de tarwi, jarabe de yacón y cereales andinos. Esta investigación tuvo como propósito, optimizar la elaboración del jarabe de yacón, plantear diferentes formulaciones para las barras energéticas y caracterizar sus propiedades nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales, buscando generar alternativas alimentarias innovadoras con valor agregado y promover el uso sostenible de recursos subutilizados. El objetivo general de este estudio fue elaborar barras energéticas funcionales a base de un cereal andino, tarwi y jarabe de yacón, con el fin de enriquecer su contenido proteico y mejorar su valor nutricional.

## CAPÍTULO I

### 1.1 Descripción del problema

El Perú es uno de los cuatro países más megadiversos del planeta, ya que posee climas variados, pisos ecológicos y ecosistemas productivos (Ministerio del Ambiente del Perú, 2019). Esta diversidad se traduce en alimentos únicos y nutritivos, los cuales son una riqueza natural y la base del desarrollo del país, a pesar de la abundancia de recursos naturales, muchos de ellos no se utilizan de manera eficiente, ya que no se incorpora los cultivos en la alimentación de los agricultores, por ejemplo en la región de Cajamarca, se registraron niveles altos de desnutrición crónica con un 25.3% en niños menores de 5 años (Ministerio De Salud, 2024), por lo que refleja el desaprovechamiento de los alimentos que son cosechados por las familias campesinas, ya que son destinados al mercado principalmente y las familias agrícolas no se alimentan de esos productos nutritivos en su dieta cotidiana. (SPDA, 2018) Esta situación resalta la urgencia de fomentar el consumo local y desarrollo de productos con cultivos autóctonos, promoviendo la economía y mejora nutricional en las comunidades rurales.

Por otro lado, la inseguridad alimentaria sigue siendo una preocupación importante, porque afecta a millones de personas. En Perú, 1 de cada 5 peruanos sufre de inseguridad alimentaria, lo que resalta la gravedad del problema. Esta situación se debe a la falta de acceso económico a una alimentación saludable, lo que impide que muchas personas puedan cubrir sus necesidades nutricionales básicas (COMEXPERU, 2024).

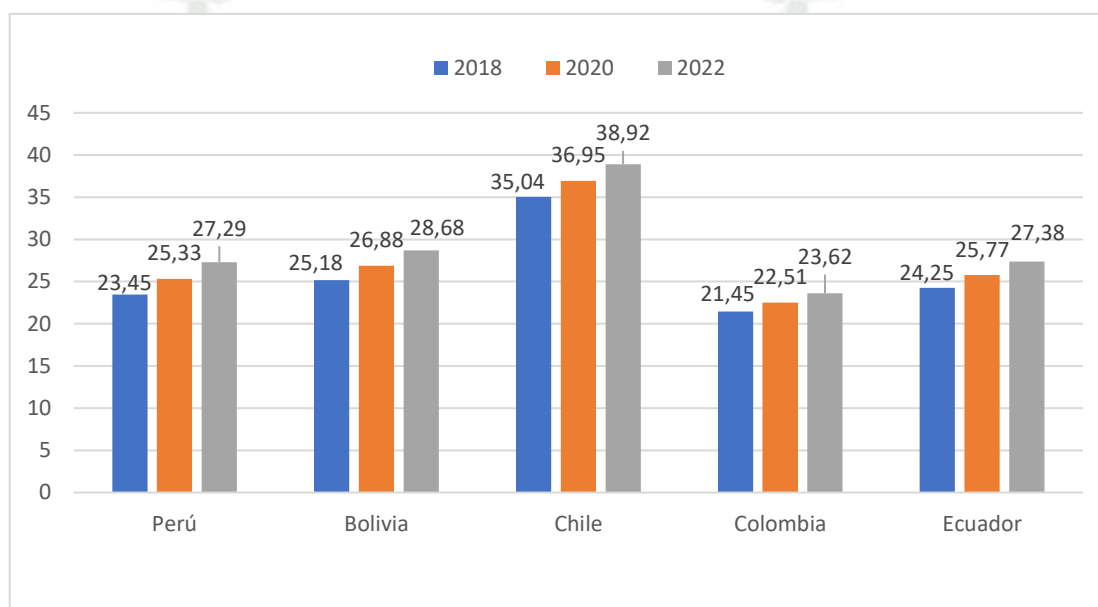
El incremento en el costo de una dieta saludable ha agravado aún más esta problemática. En 2022, el costo diario por persona en el Perú era \$3.28, sin embargo, para 2023 aumentó a \$4.00, lo que representa un aumento del 22%. Este incremento complica el acceso a una alimentación adecuada fomentando a las familias a elegir opciones más económicas, pero no nutritivas, por ende, afectaría su salud y bienestar en largo plazo (FAO et al., 2024).

El Perú no es un país libre de problemas de salud, ya que 7 de cada 10 peruanos sufren exceso de peso (MINSA, 2023). Esta problemática se refleja en el panorama regional, donde el Perú registra una tasa de obesidad del 27.29% en adultos mayores de 18 años para el 2022, mostrando un incremento significativo desde el 23.45% en 2018. En comparación con otros países andinos, Chile presenta el mayor porcentaje de obesidad

con un 38.92%, seguido por Bolivia con 28.68%, Ecuador con 27.38% y Colombia con el menor porcentaje de 23.62% (Ver Figura 1). Esta condición afecta también a niños, cuya causa principal es la alimentación inadecuada, orientada más al consumo de alimentos ricos en calorías, azúcares y grasas (MINSA, 2023).

**Figura 1**

*Porcentaje (%) de obesidad en adultos mayores de 18 años de países andinos: 2018,2020 y 2022*



Nota: Adaptado de la Organización Mundial de la Salud (2022)

El aumento de dietas desequilibradas pone de manifiesto la necesidad de elaborar alimentos más saludables como una barra energética funcional que utilice las propiedades nutricionales del Tarwi, cereal andino y jarabe de yacón, de ese modo se aprovecha los cultivos andinos y proporcionan una opción nutritiva y accesible para la población.

## 1.2 Justificación de la investigación

### 1.2.1 Social

El presente proyecto está orientado a comunidades que desean llevar una dieta a través de productos saludables y abundantes en nutrientes, así como a personas que padecen de obesidad, diabetes tipo 2, y a aquellos con intolerancia al gluten, todos estos grupos necesitan alternativas alimentarias que realmente los ayuden a mantener una dieta equilibrada. Según Villafuerte et al.(2025) una alimentación adecuada incluye granos enteros, proteínas magras y grasas saludables, y ayuda a prevenir enfermedades como obesidad y diabetes tipo 2. En ese contexto, el presente trabajo propone la elaboración de una barra energética funcional a base un cereal andino, tarwi y jarabe de yacón, que contribuye a la mejora de la seguridad alimentaria y la nutrición, por lo que se alinea al segundo objetivo de desarrollo sostenible (ODS) ,Hambre Cero, puesto que promueve el uso de ingredientes autóctonos de alto valor nutricional, favoreciendo su consumo y aprovechamiento en la alimentación cotidiana, asimismo al utilizar ingredientes naturales y ricos en nutrientes, promueve hábitos de consumo más saludable, apoyando de ese modo el tercer Objetivo de Desarrollo Sostenible, Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades (Naciones Unidas, n.d.).

### 1.2.2 Científica-Tecnológica

Esta investigación contribuye al conocimiento tecnológico mediante la mejora de procesos en el desarrollo de productos energéticos funcionales a base de insumos andinos. El desarrollo de una barra energética funcional que combine un cereal andino, tarwi y jarabe de yacón representa una innovación en el área de alimentos funcionales, aprovechando sus propiedades nutraceuticas. El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa rica en proteínas (41%-51%) superior a la soya, además es rico en aceite (18%), fibra, vitaminas y minerales como calcio y hierro, (Gabur & Simioniuc, 2023) mientras que los cereales andinos como la avena contribuye con su alto valor en fibra aportando beta glucanos, los cuales ayudan a la saciedad, regular los niveles de glucosa y colesterol en sangre (Ferranti & Velotto, 2023). La incorporación del jarabe de yacón, rico en fructooligosacáridos (FOS), no solo es un endulzante natural sino que tiene beneficios probióticos

(Dionísio et al., 2015). Esta investigación combina alimentos tradicionales con beneficios comprobados científicamente, respondiendo a la creciente demanda de alimentos nutritivos y energéticos que incorpora productos locales, asimismo promoverá el desarrollo tecnológicos de nuevos productos energéticos funcionales en la industria alimentaria.

### 1.2.3 Económica

El desarrollo de una barra energética funcional elaborada con tarwi, un cereal andino y jarabe de yacón se basa en el crecimiento sostenido del mercado mundial de alimentos funcionales, que llegó a los 364.18 mil millones de dólares en 2024, con estimaciones de expansión hasta 793.60 mil millones de dólares para 2032, registrando una tasa de crecimiento anual del 10.33% (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2025). Adicional a ello, es una oportunidad económica para el Perú, ya que en su elaboración se aprovecha los recursos agrícolas autóctonos, por ende, fortalece la economía local. Por ejemplo, el tarwi registró una producción de 15 mil 084 toneladas en el año 2022, con un incremento del 2% respecto al año 2021, sin embargo, las exportaciones de Tarwi han mostrado una desaceleración continua con una caída de 71% en volumen (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023), la incorporación de este cultivo en productos de valor agregado como las barras energéticas funcionales puede mejorar su demanda y abrir nuevos mercados. Además, los hábitos de compra actuales respaldan este enfoque, ya que el 78% de los consumidores están dispuestos a invertir más dinero en productos que se presenten como naturales, mientras que el 68% prefieren alimentos con ingredientes simples y conocidos, lo que convierte a una barra energética con componentes andinos tradicionales en una propuesta atractiva para el mercado (Ingredion, 2024).

### 1.3 Estado del arte

Gaspar & Quintana (2017) investigaron la formulación de una barra energética utilizando harina desengrasada de sacha inchi (HDSI) y jarabe de yacón (JDY) como sustitutos de la kiwicha expandida y la glucosa. En su diseño experimental evaluaron formulaciones de 5%, 10% y 15% de HDSI con 15% y 20% de JDY, se estableció a través de una evaluación sensorial de atributos como olor, color, textura, sabor y aspecto. El tratamiento 4 fue el más adecuado que incluía 10% de HDSI y 20% de JDY, y mostró un amplio perfil

nutricional: 74.79% de carbohidratos, 11.25% de proteínas y una proporción balanceada de ácidos grasos omega 3 y 6 (1:1), además de 0.56 g/100 g de FOS, cubriendo el 70% de la ingesta diaria recomendada. El estudio microbiológico corroboró su idoneidad para el consumo, por lo tanto, se resalta como una alternativa energética y funcional con ventajas sanitarias. Esta investigación determina que el 20% de jarabe de yacón alcanza propiedades sensoriales ideales, lo que actuará como indicador fundamental para establecer las concentraciones en las formulaciones.

Llacho et al. (2017) realizó un estudio sobre la aceptabilidad y la calidad nutricional de cuatro barras de cereal formuladas con diferentes proporciones de harina de tarwi, kiwicha expandida y harina de trigo. Este estudio incluyó pruebas de aceptabilidad basadas en el consumo de barras realizadas en 75 estudiantes universitarios y posterior análisis de calidad proteica a través de las pruebas biológicas correspondientes realizadas a 18 unidades experimentales con tres réplicas. La barra 1, producida a partir de kiwicha 30%, trigo 12% y tarwi 18% fue la más aceptada por los panelistas con los puntajes más altos. Desde el punto de vista de la composición nutricional por cada 100g, la Barra B presentó 23% de Proteínas, 8% de grasas y 51% de carbohidratos. Con respecto a la calidad proteica, la barra objeto de estudio presentó los valores de NPU 63.45 y 85.06 de Dv, valores inferiores al grupo control 70.31 y 93.21 respectivamente. Esta investigación proporciona la proporción de referencia del 18% de harina de tarwi para la formulación de barras, que utilizaremos como base para optimizar nuestras barras con cereal andino y jarabe de yacón. Los parámetros de calidad proteica servirán como valores de referencia para evaluar la calidad nutricional de nuestro producto final.

Calero & Lanata (2018) en su proyecto elaboran un snack tipo barra utilizando yacón (*Smallanthus sonchifolius*), una raíz tuberosa andina con propiedades dietéticas y funcionales. Para su uso, el yacón lo secaron, molieron y se incorporó en formulaciones con 35%, 45% y 55% del total de la masa. Las muestras se sometieron a análisis sensoriales que incluyeron pruebas de preferencia y ordenamiento, asimismo fueron analizadas estadísticamente, resultando la formulación con 55% de yacón la más aceptada. Además, se realizaron análisis de laboratorio que revelaron una reducción del 47,775% en calorías respecto a un producto similar en el mercado, dado ello el snack resultaría ser un alimento dietético y funcional. Esta investigación aporta parámetros de formulación con yacón que aplicaremos como referencia para incorporar jarabe de yacón en nuestras barras energéticas.

Aldaz & Tantaléan (2019) estudiaron el efecto de diferentes proporciones de avena, cochayuyo y macambo en barras funcionales, sugiriendo cuatro formulaciones que fueron valorados tanto desde el punto de vista nutricional como sensorial. Pese a que los resultados fisicoquímicos de la formulación 1 fueron superiores, la formulación 4 (35% avena, 11% cochayuyo, 54% macambo) consiguió el valor sensorial más alto con 7,45/9 puntos en elementos como el color, el olor, el gusto y la textura. Adicionalmente, exhibió índices nutricionales destacados: 10,37% de proteína, 71,38% de carbohidratos, 3,0% de grasa, 2,25% de fibra bruta, 347,80 kcal, valor nutricional de 7,43), concluyendo que esta formulación es la óptima por combinar aceptación sensorial con un adecuado perfil nutricional y servir de referencia como barra funcional, ya que hace uso de la avena como cereal base en barras funcionales, destaca la importancia de equilibrar los aspectos nutricionales y sensoriales

Bierhalz Voss et al. (2021) subrayan la relevancia de elaborar barras de cereales que no solo sean útiles, sino también saludables, incluyendo componentes funcionales como probióticos y prebióticos. El mercado ha experimentado una evolución con productos que incluyen microorganismos beneficiosos (tales como diversas variantes de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*) y prebióticos (como la inulina y la oligofructosa). Por ejemplo, se encuentran las barras de avena con chocolate negro y probióticos las barras de granola con *Bacillus coagulans*, y alternativas potenciadas con prebióticos de frutas y cacao. Las innovaciones comprenden métodos de microencapsulación para conservar los probióticos y mezclas con otros elementos bioactivos como flavonoides y  $\beta$ -glucanos, que potencian la salud de los sistemas digestivo y cardiovascular. Este estudio de Bierhalz Voss et al. (2021) ofrece bases para incluir ingredientes funcionales en la elaboración de barras energéticas, corroborando la estrategia de mezclar cereales andinos con componentes bioactivos como los encontrados en tarwi y yacón, y definiendo normas para valorar las características funcionales digestivas y nutricionales del producto elaborado.

Samakradhamrongthai et al. (2021) evaluaron las características fisicoquímicas y sensoriales de las barras de cereales de alta energía a través de un diseño experimental de mezcla con tres elementos clave: cereales (60-66%), frutas (14-20%) y endulzantes (20-26%). Los estudios de regresión demostraron que estos componentes tienen un impacto considerable en las propiedades cromáticas, texturas, contenido químico y propiedades sensoriales del producto. Se concluyó que la formulación ideal incluye un 60.45% de cereales, un 19.55% de frutas y un 20% de edulcorantes, incluyendo arroz inflado, nueces

tostadas, semillas, frutas variadas, jarabe de maíz y miel. Esta formulación demostró alta aceptación por parte de los consumidores y fuerte intención de compra, por ende, tiene potencial comercial en el mercado de barras energéticas. Esta investigación aporta parámetros de formulación aplicables a nuestro trabajo, específicamente las proporciones óptimas de cereales (60.45%) y el porcentaje de edulcorantes (20%) lo cual es una referencia útil para determinar la cantidad de jarabe de yacón en nuestra formulación.

Aponte Martínez(2022) en su proyecto de incorporación de cultivos andinos como Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena Sativa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus L.*) en barras energéticas funcionales ,menciona que usaron la herramienta Solver (Excel)para una formulación balanceada, obteniendo de humedad 5,02%,1,85% de cenizas ,28.3% de grasa, proteína fue de 15.9% ,su contenido de fibra fue de 13.8% y carbohidratos fue 35.13% y un total calórico de 458.82 kcal, todos los valores cumplieron con las normas establecidas excepto su contenido de grasa ,no obstante el producto demostró buena inocuidad alimentaria con un bajo recuento de aerobios mesófilos ,asimismo se llevó a cabo un análisis sensorial a través de una escala hedónica de aceptación de 5 puntos, donde obtuvieron resultados favorables y se realizó un estudio de factibilidad económica estableció un costo de 0.75 centavos por barra de 75 gramo. Esta investigación es útil como referencia para el método de elaboración de barras energéticas, proporcionando parámetros nutricionales objetivo (humedad 5.02%, proteína 15.9%, fibra 13.8%) y validando el uso de la herramienta Solver de Excel para optimizar formulaciones balanceadas con ingredientes andinos similares.

En su investigación, Klerks et al. (2022) contrastaron la calidad nutricional y el nivel de naturalidad entre las barras de chocolate y las de cereales, examinando 100 productos de alto consumo en Alemania en 2019. En su investigación, hizo una comparación entre la calidad nutricional y el nivel de naturalidad entre las barras de chocolate y las de cereales, examinando 100 productos de gran consumo en Alemania en 2019. Los resultados indicaron que las barras de cereales tenían un perfil nutricional superior y una leve mayor naturalidad que las de chocolate, a pesar de que incluían listas de ingredientes más amplias. Pese a las críticas hacia los alimentos altamente procesados, la investigación señala que no todos son necesariamente menos beneficiosos para la salud. A pesar de que las barras de cereales pueden mejorar en su composición, constituyen una opción más saludable y natural en comparación con las barras de chocolate. Este estudio actuará como marco teórico para justificar la superioridad nutricional de las barras de cereales en comparación

con las de chocolate, corroborando nuestra investigación de barra energética funcional con cereales andinos. Además, los métodos de evaluación nutricional resultarán beneficiosos para contrastar el perfil nutricional del producto final.

Sánchez Cáceres (2023) en su estudio investiga qué formulación es la más adecuada de una barra nutritiva hecha con Kiwicha, Linaza y Tarwi, valorando su calidad nutricional y su aceptabilidad sensorial. Realizó un diseño experimental D-Óptimal con 11 formulaciones, donde se determinó que el tratamiento T3 (32% Kiwicha, 20% Linaza y 8% Tarwi) registró la aceptabilidad sensorial más alta, mostrando diferencias notables de acuerdo con el test de Friedman ( $P < 0.05$ ). La optimización matemática modificó un poco la fórmula del tratamiento T3, logrando un valor de 4.74. Es importante destacar que la barra proporciona 394.79 kcal/100g, cumpliendo con la reglamentación y sus propiedades microbiológicas están dentro de los límites definidos por la R.M. N° 591-2008/MINSA. Esta investigación proporciona una referencia para establecer las proporciones óptimas de tarwi en nuestra formulación, donde el 8% demostró ser efectivo para mantener aceptabilidad sensorial sin comprometer las características nutricionales.

En su investigación, Chávez (2024) realizó el reemplazo parcial de salvado de avena por harina de paleta de tuna 30, 20, 10 %, y kiwicha expandida por harina de tarwi 20, 15 y 10% en barras de comida, basándose en aspectos como humedad, proteínas, fibra, firmeza y aceptabilidad. Con 66 participantes no capacitados, se verificó la uniformidad de varianza mediante la prueba de Levene, mientras que el ANOVA mostró un efecto  $p < 0.05$  de las formulaciones en todas las variables paramétricas, para lo que se aplicó la prueba de Duncan. En términos de aceptabilidad, el test de Friedman mostró una variación significativa ( $p < 0.05$ ), complementado con Wilcoxon que no halló diferencias significativas. La formulación más adecuada consistió en un 30% de harina de paleta de tuna y un 20% de harina de tarwi, mostrando una menor humedad (9.24%), un mayor contenido proteico (10.51%), un mayor contenido de fibra bruta (4.49%), una mayor firmeza (28.18 N) y una aceptación sensorial superior con 7.17 puntos y resultando "me agrada bastante". Esta investigación aporta la proporción óptima de 20% de harina de tarwi que mantiene buenas propiedades nutricionales y sensoriales en barras alimenticias. Además, confirma la viabilidad de usar avena como cereal base en barras funcionales.

Penaforth, G. N. et al. (2024) tuvo como objetivo desarrollar una barra de cereal funcional para el tratamiento de Diabetes Mellitus tipo 2 en adultos, elaborada con copos de avena, semillas de chía, nueces de Brasil, chocolate 60%, coco rallado y aceite de coco. Los análisis microbiológicos confirmaron la ausencia de patógenos como coliformes, *Salmonella sp*, hongos y levaduras, cumpliendo con los estándares sanitarios requeridos. Las evaluaciones fisicoquímicas y nutricionales evidenciaron un alto contenido de proteínas (24%) y fibra (15,7%), superando a productos similares del mercado. Los resultados sugieren que estas barras enriquecidas con ingredientes saludables representan una alternativa conveniente y nutritiva para complementar el manejo dietético de la diabetes tipo 2. Esta investigación utiliza chía y avena como ingredientes principales, lo cual ambos se utilizan en nuestra formulación donde la avena constituye una opción viable como cereal andino complementario y la chía como fuente adicional de nutrientes funcionales, además es un apoyo para los parámetros microbiológicos de referencia.

#### 1.4 Bases teóricas de la investigación

##### MATERIA PRIMA

###### 1.4.1 Tarwi

El tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) conocido como “chocho”, tarhui y lupino andino, es una leguminosa perteneciente a la familia Fabáceas y uno de los granos más representativos en Ecuador, Perú y Bolivia y el primero en ser domesticado en el norte del Perú, probablemente en la región de Cajamarca, siendo considerado uno de los cultivos perdidos de los Incas (Atchinson et al., 2016; Campos et al., 2018) por ser encontrados en tumbas alrededor del año 500 d. C. y pinturas de la cultura Tiahuanaco de las tierras altas de los Andes alrededor del año 1000 d. C (Kurlovich, 2002).

Esta planta suele presentar ramificaciones en forma de “V” con flores en verticilos, suele producir más de 60 flores, sin embargo, no florecen todas. El fruto tiene forma elíptica, aguda en ambos extremos, tiene un tamaño promedio de 9.98 mm de largo, 8.39 mm de ancho y 6.02mm de grosor, respecto a su color es entre tonos (blancos y amarilló claro), asimismo contiene el grano una estructura externa llamada "hilum" y una "fisura hilar" que son partes importantes de la morfología del grano para su hidratación (Miano et al., 2015).

## CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE TARWI

El tarwi o chocho, es una importante y tradicional leguminosa de la región andina, donde la población lo consume en su alimentación diaria (Jacobsen & Mujica, 2006), puesto que destaca por su contenido de proteínas entre 32 y 52,6 g/100 g de base seca y su porcentaje de grasas insaturadas (omega 3,6 y 9) similar a la soja (Carbajal-Larenas et al., 2016). Respecto a su contenido de fibra varía de 6.2-11 g/100 g de peso seco, teniendo el contenido de fibra promedio más bajo entre las especies de Lupino. Asimismo respecto a sus minerales, tiene un perfil rico en Fe, calcio, potasio, fósforo, magnesio y zinc en las semillas crudas, por lo que aumenta sus beneficios nutricionales, además estudios han demostrado que *lupinus mutabilis* es una fuente rica en compuestos bioactivos que benefician la salud humana (Berghout et al., 2015), entre ellos destaca sustancias como los antioxidantes y compuestos fenólicos, específicamente las flavonas e isoflavonas, cuya actividad antioxidante varía según la variedad y el genotipo del lupino (Gálvez Ranilla et al., 2009) dichos compuestos fenólicos son antioxidantes de origen natural y tiene la capacidad de prevenir diversas enfermedades incluyendo la arteriosclerosis y el cáncer, entre otras patologías (Arnoldi et al., 2015), respecto a los antioxidantes son fundamentales en detener los procesos oxidativos, contrarrestando los radicales libres que afectan a moléculas esenciales para el funcionamiento (Lammi et al., 2016).

**Tabla 1***Composición nutricional de L. mutabilis*

Componente	Valor (100 g peso seco)
Energía (kJ/100 g)	2307
Carbohidratos(g)	26.1 - 43.2
Proteínas (g)	32.0-52.6
Lípidos crudos(g)	13-24.6
Fibra cruda(g)	6.2 - 11.0
Humedad(g)	6.2-9.9
Cenizas(g)	2.4 - 5.2
Calcio(mg)	120-180
Potasio(mg)	1130-1400
Hierro(mg)	5.0-7.3
Fósforo(mg)	600-800
Zinc(mg)	3.4-3.6
Magnesio(mg)	240-300

Nota: Adaptado de Carbajal-Larenas et al. (2016)

**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL TARWI**

El tarwi es una leguminosa conocida por un valor nutricional, ya que tiene un alto contenido de proteínas, teniendo el valor más alto de su especie, por lo que es considerado como una alternativa ideal a la proteína animal (Wellesley et al., 2015), además todos los aminoácidos esenciales recomendados por (WHO/FAO/UNU, 2007) se encuentran en el tarwi, cabe acotar que su contenido promedio de lisina es alto, pero en aminoácidos azufrados cisteína y metionina son limitantes (Carbajal-Larenas et al., 2016). Respecto a su composición lipídica se caracteriza por un predominio de grasas insaturadas, que representa un 80% del total. De estos ácidos grasos, destacan especialmente: el ácido oleico y linoleico, en contraste el ácido linolénico tiene una presencia mucho menor, alcanzando el 3% del contenido de ácidos grasos totales (Gross et al., 1988), además es notable que la cantidad de grasa saturada es nula, por lo tanto, el tarwi tiene un perfil lipídico saludable. Con relación a su contenido de humedad promedio varía de 8,1 a 9,4 g/100 g de peso fresco (Carbajal-Larenas et al., 2016) y su contenido de cenizas es hasta 3,9 g/100 g de peso seco, dichas variaciones se explican por sus

factores agronómicos (Carbajal-Larenas et al., 2016) .En cuanto a sus carbohidratos son bajos en almidón, pero alto en oligosacáridos como la estaquiosa y la rafinosa (Parra-Gallardo et al., 2024).

**Tabla 2**

*Composición química de Tarwi con cáscara y sin cáscara*

	<b>Tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i>)</b>	
	<b>Con Cáscara</b>	<b>Sin cáscara</b>
Proteína (%)	46.98±0.49	44.78±1.12
Grasa (%)	25.87±0.20	28.02±0.17
Humedad (%)	7.34±0.05	7.03±0.03
Fibra (%)	7.87±0.05	0.96±0.02
Cenizas (%)	1.80±0.11	2.33±0.09

Nota: Esta tabla muestra las diferentes composiciones del Tarwi. Tomado de Ninaquispe (2013)

**Tabla 3**

*Composición química de Harina de Tarwi(g/100g)*

<b>Componente</b>	<b>Concentración</b>
Proteínas	49.6g
Grasas	27.9g
Carbohidratos	
Totales	12.9g
Cenizas	2.6g
Humedad	7g
Fibra Cruda	7.9g
Energía	458kcal

Nota: Ministerio de Salud del Perú(2017)

## USOS

El tarwi posee un perfil nutricional sustancial, caracterizado por sus notables porcentajes de proteínas, grasas y minerales, se ha distinguido dentro de la industria alimentaria como una materia prima valiosa, su pasta sirve como un componente fundamental en la producción de una amplia gama de productos alimenticios, que abarca varios tipos de bebidas, productos horneados como galletas y pan, así como alternativas a los productos lácteos. Por el contrario, cuando se procesa en harina, el tarwi asume un papel importante como fortificante de proteínas en numerosos alimentos procesados (Carvajal, 2013). En su forma de semilla sin procesar, este ingrediente mejora las ensaladas como condimento, se integra en una variedad de platos guisados y se ha convertido en la opción preferida para la preparación de hamburguesas vegetales (Parra-Gallardo et al., 2024). La fermentación de sus semillas también facilita la creación de productos como el tempeh y bebidas con un contenido reducido de alcohol, lo que amplía aún más sus aplicaciones culinarias (Parra-Gallardo et al., 2023).

Desde épocas remotas, se reconoce al lupino como mejorador de la fertilidad del suelo por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (Mamani & Calisaya, 2018), el tarwi puede aportar hasta 500 kg de nitrógeno por hectárea gracias a su eficiencia fotosintética, capacidad de solubilizar el fósforo del suelo y fijación simbiótica del nitrógeno. (Atchinson et al., 2016) Sus residuos son aprovechados como abono verde, mientras que las comunidades indígenas utilizan los tallos secos como combustible por su alto valor calorífico, siendo también útil para restaurar la fertilidad de suelos degradados (Parra-Gallardo et al., 2024), igualmente el lupino andino repele las plagas por su elevado contenido de alcaloides, también lo usan para desparasitar animales como cuyes y ovinos, ya que utilizan el líquido resultado del desamargado para combatir los patógenos comunes de dichos animales (Clavijo et al., 2016 ;Arias et al., 2019).

## ANTINUTRIENTES DEL TARWI

*Lupinus mutabilis* posee naturalmente sustancias tóxicas conocidas como alcaloides quinolizidínicos, que hacen que las semillas tengan un sabor muy amargo. Lupanina, D-lupanina, esparteína y varios tipos de hidroxilupaninas, son los compuestos más importantes que se han identificado. Las cantidades de estos pueden variar considerablemente entre 0,007 y 4,5 gramos por cada 100 gramos de semilla seca

(Carbajal-Larenas et al., 2016). Para hacerlo apto para consumo humano, los investigadores han probado distintos métodos de eliminación de estos compuestos no deseados para que sea apto para el consumo humano, como técnicas de mejoramiento genético de la planta, germinación controlada y tratamientos con agua hirviendo. Estos últimos son complementados por lavados largos que pueden llegar a durar hasta 15 horas. Según los resultados, no solo se disminuyen de forma efectiva los oligosacáridos y alcaloides con estos tratamientos de desamargados, sino que también se mejora notablemente la calidad nutricional de las semillas de *L. mutabilis* y sus productos procesados (Campos et al., 2018; Villacrés et al., 2015).

#### 1.4.2. Avena

La avena (*Avena sativa*) es un cereal de la familia Poaceae. Algunos estudios sugieren que la avena se remonta a alrededor del año 2000 a. C, sin embargo, no se sabe con exactitud su origen (Sang & Chu, 2017). Lo que se conoce, es que apareció como una mala hierba en los campos de trigo y cebada (Boczkowska et al., 2016) y se expandió al norte de Europa durante la revolución Neolítica. La avena prospera en ambientes frescos y húmedos, lo que ha favorecido su cultivo en zonas donde el trigo y la cebada encuentran condiciones menos propicias para su desarrollo (Boczkowska et al., 2016). En cuanto a sus características organolépticas, la avena presenta un color que varía entre blanco, amarillo y marrón claro, dependiendo de la variedad. Su forma es alargada y ovalada, con una cáscara fibrosa que recubre el grano. El tamaño del grano puede oscilar entre 6 y 10 mm de longitud, y su textura es suave, con una ligera dureza en el pericarpio (Loskutov & Rines, 2011).

#### CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE AVENA

La avena es un cereal popular por sus diversos beneficios para la salud, contiene carbohidratos, fibra soluble e insoluble, proteínas de alta calidad, lípidos saludables, vitaminas y minerales esenciales, su principal componente es el beta-glucano, fibra soluble que ayuda a reducir los niveles de colesterol y mejorar la respuesta glucémica, beneficiando a personas con enfermedades cardiovasculares, además la avena posee compuestos bioactivos como las avenantramidas, polifenoles con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias que pueden ayudar a prevenir enfermedades como el cáncer y la aterosclerosis (Meydani, 2009; Han et al., 2019). Igualmente contribuye a la salud digestiva por la modulación del microbiota intestinal y la producción de ácidos grasos de cadena corta (Joyce et al., 2019).

Su consumo se ha asociado con beneficios dermatológicos, ya que los extractos de avena pueden aliviar afecciones como la dermatitis y mejorar la hidratación de la piel (Pazyar et al., 2012). Además, la avena ayuda a afrontar la obesidad, ya que contiene betaglucano, los cuales forman un tipo de gel en el estómago, dando una sensación de saciedad, lo que ayuda a comer en menor cantidad, también contribuye al asimilar grasas y azúcares lentamente, disminuyendo la aportación total de calorías de las comidas (Ferranti & Velotto, 2023).

Cabe acotar un caso sobre una intervención dietética a corto plazo basada en avena, dio como resultado que su implementación en la dieta ,logró una reducción significativa en las concentraciones medias de glucosa en sangre y mejoró notablemente la sensibilidad a la insulina de los participantes con diabetes tipo 2 (Storz & Iraci, 2020) ,por lo tanto estos beneficios hacen de la avena un alimento funcional con un potencial en la prevención de diferentes enfermedades crónicas y mejor calidad de vida de las personas.

### **COMPOSICIÓN QUÍMICA DE AVENA**

La avena es un cereal nutritivo con un gran perfil nutricional, puesto que tiene un alto contenido de proteína, la avena contiene mayoritariamente globulinas (aproximadamente 55% del total), siendo solubles en agua salada. Las aveninas representan solo el 10-13% del contenido proteico total, adicional a ello la proteína de avena destaca por tener más aminoácidos esenciales como glutamina, lisina y treonina, y menos prolina que otros cereales (Liu et al., 2009; Van Den Broeck et al., 2015). Respecto a sus carbohidratos, el almidón sigue siendo su componente principal (aproximadamente 60%) su almidón es único ,porque contiene amilosa corta, alta cristalinidad y gránulos pequeños desarrollados siendo características que lo diferencian de otros cereales (Punia et al., 2020) ,además la avena destaca por su contenido alto de fibra solubles, como fuente principal soluble están los  $\beta$ -glucanos y de parte insoluble se encuentra la celulosa y los arabinoxilanos , su fibra tiene la capacidad para formar geles aumentando la viscosidad del bolo alimenticio y ralentiza la absorción de nutrientes (Gunnness et al., 2016; Ferranti & Velotto, 2023). Con relación a su contenido lipídico es superior al de otros cereales, con un 5,0 % a 9,0 % de grasa, mayormente en el endospermo, y predominio de ácidos grasos insaturados como oleico y linoleico que influyen en el sabor y mejoran las propiedades tecnológicas al interactuar con el almidón. (Rasane et al., 2015). Por

último, su contenido de minerales de la avena oscila entre 2 y 3% y en relación a sus vitaminas, según USDA (2019) contienen cantidades significativas (mg/100 g) de vitaminas como tiamina (0,76), riboflavina (0,14), niacina (0,96), ácido pantoténico (1,35), vitamina B-6 (0,12) y folato total, por lo tanto, la avena es un cereal nutritivo y beneficios para la dieta diaria.

**Tabla 4**

*Composición Nutricional de Avena en Hojuelas (Oats, Whole Grain, Rolled, Old Fashioned) por 100 g*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>
Energía (kJ/100 g)	382
Carbohidratos(g)	68.7
Proteínas(g)	13.5
Lípidos totales(g)	5.89
Fibra cruda(g)	10.4
Humedad(g)	10.2
Cenizas(g)	1.71
Calcio(mg)	46
Potasio(mg)	387
Hierro(mg)	4.34
Fósforo(mg)	387
Zinc(mg)	2.74
Magnesio(mg)	126

Nota: USDA (2022)

## USOS

La avena es conocida como cereal para desayuno y se consume de diversas maneras: en granos enteros, forma laminada, triturada o como harina (Lim, 2012; Getaneh et al., 2021). Se puede consumir tanto entera como en hojuelas. Sus usos más comunes incluyen la avena instantánea, la preparación de papillas y diversos productos de panadería como tortas, galletas y pan de avena, también es común consumir su salvado por ser rico en fibra soluble, por ende, da mayor saciedad y retarda la absorción de grasas y azúcar, (Ferranti & Velotto, 2023) ,igualmente es relevante la avena en cereales preparados como granola y muesli por su valor nutricional y su índice glucémico bajo. Incluso la avena contribuye al cambio de fuentes animales por

vegetales a través de su bebida vegetal, ya que aporta antioxidantes, fibra, ácidos grasos insaturados, no tiene colesterol y es bajo en azúcar, por ende, es una buena alternativa a los lácteos. (Aydar et al., 2020) .De igual manera la avena puede emplearse como alternativa al café y en la elaboración de cerveza. Sus lípidos poseen cualidades emulsionantes sobresalientes y funcionan eficazmente como agentes espesantes en helados y aderezos para ensaladas, (Ferranti & Velotto, 2023). Por otro lado, se ha dado valor al subproducto de su molienda, los residuos del cribado se utilizan en alimentación animal. Las cáscaras de avena se aprovechan como biomasa funcional y para producir furfural, materia prima renovable no petrolera que permite crear solventes, polímeros y combustibles mediante procesos catalíticos (Shinde et al., 2020) .Adicionalmente, se han desarrollado varios productos innovadores que incorporan este nutritivo cereal como bebidas energéticas fermentadas y bebidas prebióticas a base de avena (Angelov et al., 2018; Chen et al., 2020).

#### **ANTINUTRIENTES DE LA AVENA**

La avena (*Avena sativa* L.) contiene ciertos anti nutrientes que pueden afectar la biodisponibilidad de los nutrientes, principalmente el ácido fítico y los polifenoles. Estos compuestos pueden formar complejos con minerales y proteínas, lo que reduce su absorción en el tracto gastrointestinal. El ácido fítico es el anti nutriente predominante en la avena, con concentraciones variables según la variedad (112,80 mg/100g-137,33 mg/100g) (Mehta & Jood, 2018).Este compuesto interfiere con la absorción de minerales esenciales como hierro y zinc al formar complejos con ellos, limitando su disponibilidad para el organismo (Manzoor et al., 2022). Los investigadores también han identificado que los polifenoles presentes en la avena son elementos que pueden interferir con el aprovechamiento nutricional del cereal. Según Mehta & Jood (2018), estos compuestos tienen la capacidad de dificultar la absorción de nutrientes en el sistema digestivo, lo cual podría generar carencias nutricionales. Por ello estudios destacan las técnicas de procesamiento convencionales como sumergir los granos en agua, la cocción del cereal y su fermentación, lo que resultaría la minimización de los anti nutrientes presentes en los cereales, favoreciendo así una mejor asimilación de los nutrientes por parte del organismo (Purohit et al., 2023).

### 1.4.3. Cereales Andinos

Los granos andinos más importantes y tradicionales de Sudamérica incluyen la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*), kiwicha (*Amaranthus caudatus L.*) y tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*). Estos cultivos han sido la base alimentaria de las comunidades andinas durante miles de años, ya que tienen características nutritivas prodigiosas para resolver problemas de desnutrición humana (Jacobsen et al., 2003).

#### 1.4.3.1 Quinua

La quinua (*C. quinoa Willd*) es parte de la familia Amaranthaceae, siendo conocido como un pseudocereal, producidas en las zonas andinas altas de Perú, Bolivia, Ecuador y el sur de Colombia, alcanzando un rango altitudinal entre 0 - 4000 m.s.n.m (Basantes-Morales, 2019). La quinua es una planta increíblemente resistente que ha aprendido a sobrevivir en las condiciones más difíciles de los Andes. Puede crecer y producir granos incluso cuando el suelo es de mala calidad, cuando hay poca agua disponible o cuando la tierra tiene mucha sal, condiciones que matarían a otros cultivos (Ruiz et al., 2014). Los granos tienen un tamaño bastante pequeño, con aproximadamente 1,8 milímetros de diámetro en promedio. En cuanto a su aspecto, presentan una forma que combina características planas con otras más redondeadas o esféricas (Gamboa et al., 2018). En el Perú podemos encontrar quinua en una increíble gama de colores que van desde el amarillo dorado y la crema suave, hasta tonalidades más intensas como el negro, el rojizo y el blanco (Castro, et al., 2017).

### CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA QUINUA

La quinua es reconocida por ser un alimento completo, las investigaciones sobre la quinua y sus hojas la identifican como un alimento integral, que supera los requerimientos estándar y contiene compuestos de gran valor funcional como polifenoles, fitoesteroles y flavonoides, proporciona los tres macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos), donde su composición están presentes todos los aminoácidos esenciales especialmente lisina y metionina, también cuenta con una variedad de minerales y vitaminas. Asimismo, tiene un alto contenido de ácidos grasos y se mantiene estable gracias a su alta concentración de vitamina E que actúa como conservante natural. (Vargas et al., 2019) .Es importante destacar que no contiene gluten, por lo que es apta para personas celíacas .Además, ofrece

importantes características terapéuticas para potenciar la capacidad del sistema inmunológico, ayuda en la restauración celular, la asimilación y el transporte de calcio, e incluso evitar que el cáncer se propague a metástasis. Por ello, la convierte en un alimento esencial para la dieta humana (Son et al., 2017).

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA QUINUA

La composición de la quinua al ser un pseudocereal es completa, ya que su valor proteico fluctúa entre 13% y 21% dependiendo de la variedad cultivada, destacándose por presentar uno de los perfiles más equilibrados de aminoácidos esenciales dentro del mundo vegetal. Este pseudocereal contiene una cantidad apropiada de fibra alimentaria, actuando como un desintoxicante del cuerpo y favoreciendo a la sensación de saciedad. (FAO, 2011). La quinua se caracteriza por ser un alimento con elevado aporte energético debido a su concentración de carbohidratos, que alcanza los 74 gramos por cada 100 gramos de producto seco, el 50 - 60% es almidón, componiéndose por amilosa (20%) y amilopectina (80%). (González-García et al., 2018; Campos-Rodriguez et al., 2022). En cuanto a su cantidad de lípidos oscila entre 4,1 y 7,1 mg por cada 100 g de peso fresco, presentando relaciones de ácidos grasos insaturados: saturados superiores (4,9-6,2) en comparación con la mayoría de aceites de consumo habitual (Delatorre-Herrera et al., 2013). Respecto a sus minerales destaca el calcio, magnesio y potasio siendo elevado a comparación de otros cereales como el trigo, el maíz y el arroz (Nowak et al., 2016). La concentración de hierro alcanza 13,2 mg por cada 100 g de materia seca, duplicando el contenido presente en el trigo, triplicando el encontrado en el arroz y aproximándose a los niveles característicos del frijol (Ramos, 2016). Además la quinua es una fuente de vitaminas, contiene vitamina B6 (0,20 mg/100 g de peso seco), ácido pantoténico (0,61 mg/100 g de peso seco) y biotina (7,1 g/100 g de peso seco) y cantidades de ácido fólico en la quinua 78,1 mg/100 g de peso seco (Bhargava & Ohri, 2016; Mohyuddin et al., 2019).

**Tabla 5***Composición proximal de Quinoa cruda por 100 g*

Componente	Concentración
Proteínas	13.6g
Grasas	5.8g
Carbohidratos	
Totales	66.6g
Humedad	11.5g
Fibra Cruda	5.9g
Energía	351kcal

Nota: Ministerio de Salud del Perú(2017)

#### ANTINUTRIENTES DE LA QUINUA

La semilla de quinoa contiene naturalmente compuestos que le otorgan un sabor amargo conocidos como saponinas, ubicados especialmente en la parte externa del grano y que deben ser eliminados para hacerla apta para el consumo humano, (Jacobsen & Mujica, 2006) .La cantidad de estos compuestos varía considerablemente entre 0,02% y 1,1%, estableciendo así una diferenciación entre tipos de quinoa con menor o mayor amargor (Bastidas et al., 2016) .Para abordar esta problemática, se han implementado técnicas de procesamiento que logran remover las saponinas sin comprometer el perfil nutricional del cereal, el primer método consiste en sumergir y lavar repetidamente los granos con agua, lo cual permite que estas sustancias amargas se disuelvan y sean eliminadas de la superficie, arrastrando también otros elementos tóxicos como el ácido fítico y los taninos. El segundo método la cocción normal o con equipos especializados como autoclaves, proceso que no solo ayuda a reducir las saponinas, también neutraliza otras sustancias que interfieren con la digestión de proteínas. El tercer método implica remover mecánicamente las capas externas del grano donde se concentran las saponinas, puede hacerse mediante fricción en seco, que es efectivo, pero puede eliminar algunos nutrientes. El método ideal es la combinación del método de humedad con pulido, técnica que resulta más eficiente para eliminar las saponinas y mantiene sus propiedades nutricionales (Filho et al., 2017).

### 1.4.3.2 Kiwicha

La kiwicha o amaranto andino (*Amaranthus caudatus.*) pertenece a la familia Amaranthaceae es un pseudocereal similar a la quinua. Este cultivo presenta una gran capacidad de adaptación a distintas condiciones del entorno y pueden desarrollarse exitosamente en terrenos de baja fertilidad y con características pedregosas. (National Research Council, 1989). Se cultivan tradicionalmente en Perú y Bolivia, específicamente en la región altiplánica, aportando fuentes esenciales de proteínas y diversos nutrientes esenciales para la población de esta área geográfica. Respecto a sus características las semillas de kiwicha se caracterizan por ser típicamente pequeñas, con un rango de tamaños que puede clasificarse en diferentes categorías, como 850, 600 y 425  $\mu\text{m}$ , y generalmente presentan una coloración clara, lo que la diferencia de otras especies que poseen semillas de tonalidades más oscuras (Spehar et al., 2003; Xavier et al., 2019).

#### CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA KIWICHA

El amaranto es un pseudocereal que no contiene gluten, por lo que es apto para personas celíacas, y por ello puede ser incorporado en diferentes formas en la industria alimentaria, además es una fuente alimentaria de excepcional valor nutricional al aportar proteínas completas con todos los aminoácidos esenciales, siendo particularmente beneficioso para dietas vegetarianas y para optimizar el consumo proteico en general (Shapiro, 2022). Su fracción lipídica contiene ácidos grasos insaturados como el oleico y linoleico, los cuales favorecen la salud cardiovascular y contribuyen a la disminución del colesterol LDL (Mmirida-Lopez et al., 2023). Además de su perfil nutricional, el amaranto se distingue por su riqueza en compuestos bioactivos como ácidos fenólicos, flavonoides y ácidos grasos insaturados, que le confieren propiedades promotoras de la salud (Jimoh et al., 2019). Estas sustancias le otorgan una notable actividad antioxidante que ayuda a combatir el estrés oxidativo, así como efectos antidiabéticos mediante la inhibición de enzimas clave del metabolismo de carbohidratos (Showkat & Skuast-K, 2020). Las aplicaciones terapéuticas del amaranto se extienden al manejo de diversas enfermedades, incluyendo diabetes, cáncer y patologías cardiovasculares, gracias a sus compuestos bioactivos y sus propiedades antiinflamatorias (Jimoh et al., 2019; Ramzan & Rehman, 2020), se puede considerar a la kiwicha como un superalimento con potencial medicinal relevante.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA KIWICHA

La kiwicha presentan un potencial nutricional superior al de los cereales convencionales gracias a su elevada concentración de macro y micronutrientes. Su aporte proteico es más elevado (12,5-16,0%) comparado con el del trigo, aunque estos valores pueden experimentar variaciones dependiendo de las condiciones de cultivo (Mustafa et al., 2011), también su contenido de grasa es importante destaca, puesto que su grasa es rica en ácidos grasos insaturados (73%) siendo los ácidos linoleicos (47,8%) y oleico (23,7%) los más importantes (Alvarez-Jubete et al., 2009). Mmirida-Lopez et al.(2023) revela que la concentración de carbohidratos del amaranto es considerablemente elevada, registrando valores promedio que fluctúan aproximadamente entre 69.8% y 72.6% en base seca. El porcentaje de almidón en estas variedades se situó en un rango de 60 a 65%, asimismo informa que la fibra en el amaranto es relevante por sus beneficios para la digestión y la salud cardiovascular. Respecto a su contenido de minerales, ha demostrado concentraciones superiores de calcio, hierro y fósforo en comparación con el arroz, y niveles de hierro son relevante (9.13 -14.8 mg/100 g). Asimismo, se ha documentado que este pseudocereal presenta un contenido de hierro mayor al encontrado en la quinua (Nascimento, 2014;Mmirida-Lopez et al.,2023; Repo-Carrasco et al., 2010). La kiwicha destaca por su contenido de vitaminas del complejo B, tales como tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico y vitamina B-6, fundamentales para el sistema nervioso. También aporta una cantidad significativa de folato (82 µg), así como vitamina C (4.2 mg) y selenio (18.7 µg) con propiedades antioxidantes. (USDA, 2019). Por todo ello el perfil de macro y micronutriente convierte a la kiwicha en un alimento nutricionalmente completo y beneficioso para la salud.

**Tabla 6***Composición proximal de kiwicha en hojuelas por 100 g*

Componente	Concentración
Proteínas	13.4g
Grasas	7.1g
Carbohidratos	68g
Totales	
Humedad	8.4g
Fibra Cruda	8.7g
Energía	400kcal

Nota: Ministerio de Salud del Perú(2017)

**ANTINUTRIENTES DE LA KIWICHA**

El amaranto posee una variedad de compuestos antinutritivos, sobresaliendo entre ellos las saponinas, las cuales pueden afectar a la absorción de nutrientes ,tambien los taninos son ompuestos pueden interferir en la digestión de las proteínas (Valadez-Vega et al., 2022),asimismo el ácido fítico se sabe que se une a los minerales y reduce su biodisponibilidad (Obraztsova et al., 2023) además los oxalatos y nitratos,son compuestos que se pueden unir a los minerales esenciales formando complejos insolubles que el organismo no puede absorber (Nyonje et al., 2014).

Diversas técnicas de procesamiento pueden reducir eficazmente estos compuestos, como la de germinación que mejora la digestibilidad y reduce las saponinas ,inhibidores de tripsinas y los taninos (Valadez-Vega et al., 2022),tambien existe el método de coccion del cereal, demostrado que reduce significativamente el contenido de antinutrientes, y los estudios muestran un aumento de hasta un 92,6% en la digestibilidad de las proteínas ,además existe el método de popping, el cual es una tecnica de calentamiento en seco que puede reducir los niveles de antinutrientes. Se debe tener en cuenta que estas técnicas de procesamiento son eficaces, no obstante es fundamental equilibrarlas con la retención de nutrientes (Nyonje et al., 2014).

#### 1.4.4. Yacón

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta de la familia Asteráceas, tiene sus orígenes en zonas montañosas y húmedas de Bolivia y Perú. El cultivo se ha expandido tanto hacia el norte como al sur en los Andes, floreciendo mayormente en altitudes entre 1800 y 2800 metros sobre el nivel del mar. Esta planta presenta una gran capacidad de adaptación, pudiendo crecer desde el nivel del mar hasta altitudes de 3500 metros, en una extensa variedad de condiciones climáticas y tipos de suelo (Seminario et al., 2003; Campos et al., 2018).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta herbácea perenne que crece entre 1.5 a 3 metros de altura. Como señalan Grau y Rea (1997), posee un sistema radicular compuesto por 4 a 20 raíces fibrosas delgadas y raíces tuberosas que almacenan azúcares, mostrando colores desde blanco hasta amarillo. Sus tallos son cilíndricos o subangulares, huecos al madurar, con hojas pubescentes que varían entre ovadas-hastadas en la parte inferior y ovado-lanceoladas en la superior. Las flores, en inflorescencias terminales, son amarillas a naranja brillante, con flores externas pistiladas de hasta 12 mm e internas estaminadas de 7 mm. Con respecto a su aspecto, su cáscara varía del color canela al marrón oscuro y el color de la pulpa varía entre blanco, blanco amarillento, naranja blanco amarillento con moteaduras irregulares púrpura rojizo, además se reportan valores de entre 6 y 12° Brix, lo que indica un sabor dulce característico, además el tubérculo generalmente pesa de 200 a 500 gr. , pero puede llegar a pesar 2 kg (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego & Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2023).

#### CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE YACÓN

El yacón tiene un gran interés por almacenan sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) en grandes cantidades, y han sido ampliamente estudiados en investigaciones científicas por sus beneficiosas propiedades funcionales, particularmente su función como prebióticos (Dionísio et al., 2015) ,además tiene un bajo valor calórico, ya que los fructooligosacáridos son capaces de resistir la hidrólisis de enzimas del tracto superior del sistema gastrointestinal humano (Caballero & Colonia, 2018), adicional a ello fructooligosacáridos son considerados como fibra soluble, por lo cual producen impactos positivos en la digestión, puesto que disminuye el tiempo de tránsito intestinal, mejora el crecimiento de las bifidobacterias en el colon y favorece la proliferación de

bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus* spp. Estas bacterias ayudan a prevenir y controlar el estreñimiento, y también reducen el riesgo de cáncer de colon al producir ácidos grasos de cadena corta durante la fermentación de los fructooligosacáridos (FOS), que regulan el pH del colon, disminuyen la proliferación celular anormal y favorecen la apoptosis de células potencialmente cancerígenas (Caetano et al., 2016). Además, en un estudio el jarabe de yacón ha mostrado beneficios en la reducción de la obesidad y la resistencia a la insulina, ya que al consumirse diariamente el jarabe de yacón se disminuyó significativamente el peso corporal de las mujeres, aumentó la sensación de saciedad y se observó una reducción en los niveles de insulina en ayuna. (Genta S. et al., 2009).

### COMPOSICIÓN QUÍMICA DE YACÓN

Las raíces de yacón se caracterizan por su alto contenido de agua, que supera el 70% de su peso cuando está fresco, además se distingue por su cantidad de carbohidratos que contiene glucosa, fructosa y sacarosa y sobre todo sus concentraciones de fructooligosacáridos (FOS) que representa el 50%–70% de los carbohidratos y son los más altos en comparación de otras plantas, (Hermann et al., 1997) y tienen impacto sorprendente en la salud de las personas. Con relación a sus demás componentes, se nota que tiene un perfil relativamente bajo en proteínas (3.7g) y fibra cruda (3.6g), lo cual es característico de la mayoría de las raíces y tubérculos. En cuanto a los lípidos crudos, su contenido es mínimo (244mg), lo que lo hace adecuado para regímenes dietéticos bajos en grasa. Con relación a sus minerales, posee niveles moderados de fósforo (240 mg) y calcio (87 mg), y el potasio es notablemente alto, con 2282 mg, lo que es beneficioso para quienes necesitan una mayor ingesta del mineral para la función muscular cardíaca (Crespo-Leiro et al., 2021).

**Tabla 7***Composición química de 1 kg de raíz fresca de yacón*

Componente	Valor
Materia seca(g)	115
Carbohidratos(g)	106
Fructanos (g)	62
Azúcares libres totales (g)	26
Proteínas(g)	3.7
Fibra cruda(g)	3.6
lípidos crudos(mg)	244
Calcio(mg)	87
Potasio(mg)	2282
Fósforo(mg)	240
Glucosa libre(g)	3.5
Sacarosa libre(g)	14
Fructosa libre(g)	8.5

Nota: Cao et al. (2018)

**USOS**

Hay registros históricos que muestran que el Yacón era utilizado por civilizaciones preincaicas e incaicas. Tradicionalmente, esta planta se ha consumido tanto fresca como deshidratada. Cuando se consume fresco, resulta como hidratante por su elevado contenido de agua. En algunas regiones específicas de Perú, se transforma en mermeladas o en chicha, una bebida fermentada típica de Perú. También destaca su contenido de potasio que ayuda a combatir la fatiga y prevenir calambres musculares, por ello los pobladores locales lo incluyen en su alimentación durante travesías extensas (con un consumo individual entre 500 y 1000 g de yacón fresco). (Seminario et al., 2003).

En las comunidades andinas, existe la práctica de secar los tubérculos al sol para intensificar su sabor dulce (Yábar et al., 2011). En territorios peruanos y bolivianos, personas con diabetes y trastornos digestivos consumen esta raíz, aunque no está claro si esta práctica es reciente o proviene de tradiciones ancestrales. Los agricultores locales asocian al yacón con propiedades rejuvenecedoras para la piel,

ya que, en Cajamarca, existen creencias populares que mencionan cómo antiguamente las personas lo consumían antes de dormir para retrasar el envejecimiento (Seminario et al., 2003).

Las raíces de yacón no solo se consumen frescas, sino que también se transforman en varios productos procesados. Entre ellos destaca el jarabe de yacón, elaborado mediante la concentración del jugo extraído de sus raíces por evaporación. También se produce harina de yacón para productos de panadería y derivados lácteos como el yogur. Otra presentación son las hojuelas o chips deshidratados, comercializados como snacks nutritivos (Pedreschi et al., 2003) La versatilidad del yacón permite además su preparación en forma de encurtidos, conocidos como escabeche de yacón, también en Japón y Brasil es popular el té elaborado con hojas de yacón, al cual se le atribuyen efectos reductores de los niveles de glucosa en sangre gracias a su composición rica en lactonas sesquiterpénicas y diversos compuestos fenólicos (Genta S. et al., 2005). En Bolivia, el yacón es elaborado en pasas deshidratadas son las tradicionales, *k'isa*, obtenidas de un secado natural (Grau & Sørensen, 2025).

### **FRUCTOOLIGASACARIDOS**

Los fructooligosacáridos (FOS) son un conjunto de hidratos de carbono que el cuerpo humano no puede digerir, y se clasifican como oligosacáridos que promueven el desarrollo de bifidobacterias. Su procedencia es vegetal y se pueden extraer de diferentes productos alimenticios como el ajo, plátano, cebolla, espárragos, miel, alcachofas y cebada. Su estructura molecular se define por su composición de varias unidades de fructosa que se transportan mediante enlaces  $\beta$ -(2-1) glucosídicos hasta una molécula final de glucosa, una configuración que impide su degradación por las enzimas digestivas humanas. Normalmente sus longitudes de cadenas moleculares son entre 2 y 60 componentes estructurales (Singh et al., 2025).

Los beneficios de los fructooligosacáridos (FOS) para la salud humana son numerosos. Aumentan la frecuencia de las evacuaciones y la consistencia de las heces, reduciendo el esfuerzo al defecar, lo cual es particularmente efectivo contra el estrés. Simultáneamente, los fructooligosacáridos (FOS) estimulan el crecimiento de bacterias beneficiosas como las bifidobacterias en el colon, promoviendo un microbiota intestinal saludable que produce ácidos grasos de

cadena corta (AGCC) mediante fermentación, con diversos efectos beneficiosos. Estos ácidos grasos de cadena corta (AGCC) mejoran la movilidad intestinal, mejoran la absorción de minerales, reducen el riesgo de cáncer de colon y controlan la inflamación. Además, los fructooligosacáridos (FOS) acortan el tiempo de tránsito intestinal y reducen los síntomas gastrointestinales como el dolor abdominal, la distensión y el esfuerzo durante las deposiciones, a la vez que mejoran la función del sistema inmunológico intestinal y contribuyen a regulación metabólica general del organismo (Zhen et al., 2024).

Los estudios reflejan cierta variabilidad en las cantidades empleadas para una dosis recomendable de los fructooligosacáridos (FOS), pero generalmente las dosis que han demostrado beneficios se encuentran en el intervalo de 8 a 20 gramos por día. No obstante, ciertas investigaciones han implementado cantidades superiores, alcanzando los 30 gramos diarios (Zhen et al., 2024).

#### **1.4.5. Fundamentación de las materias primas empleadas**

La insuficiente calidad nutricional de los cereales convencionales en las barras energéticas ha permitido explorar opciones más completas derivadas de fuentes nativas. El tarwi fue seleccionado por su elevado contenido proteico (32-52.6%), superior a la soya y por su perfil completo de aminoácidos esenciales, su uso en harina permite una fácil incorporación y mejor digestibilidad tras el proceso de desamargado (Carbajal-Larenas et al., 2016). La quinua como cereal andino aporta proteínas (13,6 %), ácidos grasos esenciales, un perfil aminoácido balanceado, libre de gluten y excelente aceptabilidad sensorial (Vargas et al., 2019). Asimismo, la kiwicha, tiene un elevado contenido proteico (13,4%), aporta minerales como calcio y hierro y presencia de flavonoides (Jimoh et al., 2019). La avena fue seleccionada por ser un cereal rico en fibra solubles (beta- glucanos) con propiedades prebióticas y de saciedad (Ferranti & Velotto, 2023). Por su parte, el yacón se eligió por su contenido de fructooligosacáridos (50-70% de carbohidratos totales), los cuales actúan como prebióticos naturales y endulzante de bajo índice glucémico (Dionísio et al., 2015). Su procesamiento en jarabe permite su incorporación como aglutinante funcional. En conjunto, esta combinación ha sido elegida por su sinergia nutricional, donde el tarwi y cereales aportan proteínas complementarias, el yacón proporciona dulzor con propiedades prebiótica, obteniendo un producto de alto valor nutricional.

### 1.4.6. Métodos de elaboración del jarabe de yacón

El jarabe de yacón ha despertado el interés de varios investigadores, quienes han trabajado con diferentes métodos para su elaboración, tomando en cuenta las características especiales de este tubérculo andino. En este sentido, se presentan los principales métodos empleados para la elaboración de jarabe de yacón según lo reportado en la literatura especializada.

**Tabla 8**

*Métodos de elaboración del jarabe de yacón*

AUTOR	MÉTODO DE ELABORACIÓN	PARÁMETROS	OBSERVACIONES
Manrique et al. (2005)	Método tradicional con evaporador de maple	Jugo extraído con extractor abrasivo, prevención del pardeamiento con ácido ascórbico (0.15 g/kg concentración en evaporador hasta 50–60 ° Brix, luego hasta 72–73 ° Brix en bandejas.	Tecnología sencilla, aplicable en zonas rurales, buena retención de FOS, sabor agradable por ligera caramelización natural, no requiere aditivos químicos
Gomes da Silva et al., (2018)	Tratamiento enzimático + microfiltración + concentración al vacío	Celluclast 1.5 L + Pectinex Ultra SP-L (500 mg/L c/u), 45 °C, 175 rpm, 120 min microfiltración < 60 °C, luego concentración al vacío hasta 68–71 ° Brix,	Jugo con alta claridad, FOS y ácido clorogénico preservados, mejora significativa en el flujo de permeado (~40 % más rápido que sin enzimas)
Mendes (2019)	Enzimático + microfiltración + concentración al vacío	Raíces de yacón peladas y cortadas, escaldado con ácido cítrico (2.4 g/L, 8 min), tratamiento enzimático con Celluclast, microfiltración, concentrar hasta	Se obtuvo jarabe con 27.9 g FOS/100 g, pH 4.0, buena estabilidad, conservado a 5 °C, excelente para productos funcionales como yogur.

alcanzar un  
contenido de  
71 ° Brix bajo vacío.

Juliano & Tapia (2020)	Pelado luego de pelado y escaldado optimizado, Concentración a vacío	Pelado químico con NaOH 8 % (6 min), escaldado a 92 °C con ácido ascórbico 1.5 %, concentración al vacío a 70 ° Brix alta inulina (73.75 %) y buena aceptabilidad sensorial	Recomendación de almacenar producto final a 3 °C para evitar hidrólisis de FOS. Proyecto demuestra viabilidad técnica y económica
------------------------	--	---	---

#### 1.4.7. Métodos de elaboración de barras energéticas funcionales

La elaboración de barras energéticas es un proceso adaptable que implica diversas técnicas y elementos alimenticios, en el que cada formulación se modifica estratégicamente para lograr composiciones nutricionales específicas y propiedades organolépticas únicas. En este escenario, es crucial analizar las técnicas más significativas que han emergido de diversas investigaciones científicas.

**Tabla 9**

*Métodos de elaboración de barras energéticas funcionales*

AUTOR	INGREDIENTES PRINCIPALES	MÉTODO DE ELABORACIÓN	OBSERVACIONES
Bourekoua et al. (2023)	Mijo (millet) y quinoa, semillas de chía, semilla psyllium, y sirope de dátil.	Se prepara una mezcla en frío, peso de 50g y almacenan en refrigeración a 4°C.	Las barras energéticas con cereales en puffs (inflados) son preferidas por los consumidores en cuanto a sabor, aroma, apariencia y aceptación general.
Hincho & Llacho (2015)	Harina de tarwi, kiwicha expandida, harina de trigo, miel de abeja.	Mezcla en frío de ingredientes secos, incorporación de miel, moldeado manual, reposo y corte.	La barra con 30% kiwicha, 18% tarwi y 12% trigo fue la más aceptada. Alta en proteína (23%), buena digestibilidad (85%) y aceptabilidad sensorial alta.

Aponte et al. (2023)	Quinua, avena, amaranto, mantequilla de maní, nuez, panela, suero de leche en polvo.	Mezcla de ingredientes, moldeado manual, horneado, enfriado y corte.	Presentó 15.9% proteína y 28.3% grasa (por mantequilla y frutos secos). Buena textura (1757g fuerza), bajo recuento microbiano y alta viabilidad económica.
Guevara (2024)	Quinua pop, amaranto pop, crema de maní, miel, frutos secos, semillas.	Mezcla de secos, fusión de aglutinantes (miel y crema de maní), integración, moldeado, refrigeración u horneado.	Alta aceptación por expertos, buena combinación nutricional y sensorial. Se destaca el uso de ingredientes locales y bajo procesamiento.
Sánchez Pereda (2023)	Quinua expandida, harina de tarwi, salvado de avena, arándano deshidratado, kiwicha expandida, maní, goma xantana, maltodextrina, lecitina, glucosa, azúcar invertido.	Mezcla de ingredientes secos con jarabe de aglutinantes, moldeado, prensado, horneado a 105 °C, corte y envasado.	Mejor fórmula (F6): 13.78% proteínas, 13.13% fibra, 86.8 mg fenoles totales, firmeza 13.66 N, aceptabilidad 7.20/9 ("me agrada bastante"). Ingredientes naturales y funcionales.

#### 1.4.8. Barras energéticas

Las barras de cereales constituyen un progreso relativamente reciente en las innovación de alimentos, son elaboradas mediante una combinación variada de ingredientes, y actúa como un suplemento nutricional para personas de todas las edades, desde niños hasta adultos mayores, incluyendo deportistas y aquellos que llevan a cabo esfuerzos físicos intensos y quienes buscan un refrigerio saludable accesible y nutritivo, así como para aquellos que buscan un desayuno práctico y nutritivo que proporciona energía y resistencia para sus actividades diarias (Márquez & Pretell, 2018). Cada ración proporciona un valor energético que varía entre 100 y 150 calorías, con una masa de cerca de 30 gramos, destacando por su fácil digestión (Cappella, 2016).

Son productos compactos y de consumo inmediato funcionan tanto como alternativas a una comida o como complementos alimenticios. Las clasifican como barras energéticas funcionales, nutricionales, proteicas o deportivas cada una en función de su contenido nutricional (Boukid et al., 2022)

En la elaboración de las barras energéticas predominan los cereales, transformándolos en excelentes fuentes de carbohidratos, además de contener fibra, vitaminas y minerales esenciales para el cuerpo (Reyna et al., 2016)

Las estimaciones de mercado prevén un aumento constante para las barras de cereales con un incremento anual del 8,5% previsto hasta 2026 según Mordor Intelligence (2020) la sencillez de incluir nutrientes vitales en la alimentación cotidiana justifica la aceptación creciente de estos snacks.

#### **1.4.9. ALIMENTOS FUNCIONALES**

Los alimentos funcionales son ingredientes alimentarios integrales o modificados que brindan beneficios para la salud más allá de la nutrición básica, ya que contienen compuestos bioactivos como vitaminas, minerales y antioxidantes que desempeñan un papel crucial en la prevención de enfermedades crónicas y en la promoción del bienestar general. Estas sustancias dietéticas pueden reducir el riesgo de enfermedades como la diabetes y los problemas cardiovasculares, y se derivan de diversas fuentes vegetales y animales. Los alimentos funcionales, enriquecidos con estos componentes activos, ayudan a prevenir enfermedades crónicas como las cardiovasculares, la diabetes y el cáncer, e incluyen productos fortificados y alimentos ricos en antioxidantes, fibras y ácidos grasos omega-3, que ofrecen beneficios para la salud que van más allá de la nutrición básica si se procesan y almacenan adecuadamente. (Arshad et al, 2021; Sirohi & Singh, 2024). Estos alimentos contienen componentes fisiológicamente activos, y algunos ejemplos son la soja, la avena, el ajo y el salmón, que pueden ayudar a prevenir las enfermedades cardiovasculares al reducir los lípidos en sangre, mejorar la capacidad arterial y reducir la formación de placa cuando se consumen con regularidad (Khairnar et al., 2023).

## 1.5. Objetivos de la Investigación

### 1.5.1. Objetivo general:

Elaborar barras energéticas funcionales a base de un cereal andino, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

### 1.5.2. Objetivos específicos:

- Identificar cada materia prima a través de las características físicas-químicas y química proximal.
- Determinar los parámetros óptimos para la concentración del jarabe de yacón en función del rendimiento, tiempo y aceptación sensorial.
- Determinar la formulación óptima de la barra energética funcional en base cereales andinos, tarwi y jarabe de yacón.
- Analizar las características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales de la barra energética funcional desarrollada.
- Evaluar el nivel de aceptación de la barra energética funcional mediante pruebas sensoriales.

## 1.6. Hipótesis:

La elaboración de barras energéticas funcionales utilizando un cereal andino, tarwi y una concentración óptima de jarabe de yacón, permitirá desarrollar un producto con características nutricionales y sensoriales adecuadas, que sea aceptado por los consumidores.

## CAPÍTULO II

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 2.1. Identificación de las materias primas

##### 2.1.1. Análisis Físico Químico

**Tabla 10**

*Análisis Físicoquímico de las Materias Primas*

ANÁLISIS	AVENA EN HOJUELAS	KIWICHA POP	QUINUA POP	YACÓN
PH	5.9	6.2	6.3	5,95
Sólidos Solubles (° Brix)	6	5	4.5	12
Humedad	9,8%	8,3%	9.6%	80,5%
Acidez titulable	0.08%	0.078%	0,09	0,31%
Peso	100g	100g	100g	350g

Nota: Elaboración Propia (2025)

Los resultados obtenidos en el análisis físicoquímico de las materias primas y comparándolos con los requisitos en la NTP 209:2023 para cereales, se observa que la acidez titulable, la avena en hojuelas cumple con el límite máximo de 2% para productos tostados, mientras que la kiwicha y quinua pop, presentaron valores por debajo del límite máximo de 0.15% para productos extruidos según la NTP 209:2023. Respecto a los valores de PH, estudios reportan que el pH de los cereales es cercano a la neutralidad (pH 6.0 a 7.0), ya que su composición principal es almidón y proteína (Delgado & Albarracín, 2012) (Venegas et al., 2024), por lo tanto, los resultados son válidos. Los valores de humedad de quinua y kiwicha pop, estuvieron ligeramente altos, ya que según la NTP 209:2023, para cereales extruidos el máximo es 5% y para cereales tostados el máximo es el 10%, por lo tanto, la avena en hojuelas cumple dentro del rango. En cuanto al yacón, la concentración de azúcares en las raíces de yacón es por lo general entre 8 y 12° Brix (Manrique et al., 2005), por ende, el valor obtenido está dentro del rango, además al comparar los resultados de acidez y pH del yacón con la investigación de Espinoza & Herrera (2015) coinciden los valores respecto a la raíz.

### 2.1.2. Análisis Organoléptico

**Tabla 11**

*Análisis Organoléptico de las Materias Primas*

ANÁLISIS	AVENA	KIWICHA POP	QUINUA POP	YACÓN
<b>Color</b>	Beige claro	Blanco	Blanco amarillento	Blanco amarillento
<b>Olor</b>	Característico a cereal tostado, libre de olores extraños	Característico, suave, libre de olores extraños	Característico, suave, libre de olores extraños	Característico, dulce, libre de olores extraños
<b>Sabor</b>	Característico, ligeramente dulce	Característico, neutro	Característico, neutro	Dulce, jugoso
<b>Textura</b>	Hojuelas firmes	Crocante, expandido	Crocante, expandido	Firme, crujiente

Nota: Elaboración Propia (2025)

Los resultados del análisis organoléptico de las materias primas demuestran que todos los cereales cumplen con los requisitos establecidos por la NTP 209:2023, presentando características sensoriales típicas de cereales de buena calidad: olor característico sin olores extraños, color uniforme típico de cada especie, textura crocante en los productos expandidos y ausencia de materias extrañas, mohos o insectos. El yacón mostró características propias de tubérculo fresco en óptimas condiciones para procesamiento.

### 2.1.3. Análisis Químico Proximal

**Tabla 12**

*Análisis Químico Proximal de las Materias Primas*

ANÁLISIS	AVENA EN HOJUELA	KIWICHA POP	QUINUA POP	YACÓN
Humedad	10%	8,6%	10%	79,29%
Proteína	13,2%	13,6%	16%	1%
Grasa	6,4 %	8,9%	6%	0,15%
Carbohidratos	68,9%	66,6 %	64%	16,95%
Cenizas	1,5%	2,9%	4%	2,61%
Fibra	10%	8%	7,1%	3.6%
Calorías	378,6 kcal	370 kcal	360 kcal	73,15 kcal

Nota: Los valores nutricionales de los cereales corresponden a los datos de cada marca comercial utilizada. Los datos del yacón corresponden a análisis realizados por Bhios Laboratorio (2025)

De los resultados obtenidos se puede comparar con la norma NTP 209:2023 para cereales, dado ello, la avena en hojuela cumple con el límite de humedad establecido para productos tostados (10% máximo). En cuanto al contenido de cenizas cumple con los límites normativos (máximo 4-5.5%), además muestran que la proteína supera ampliamente el mínimo establecidos para cereales andinos (10-12%), la grasa cumple con los rangos típicos de cereales (mínimo 3.5-4%), y la fibra excede lo mínimo requerido (4.0%). Los resultados de la avena muestran que la humedad está en el límite máximo permitido (10%), la proteína excede el mínimo requerido (10%), mientras que la grasa cumple ampliamente con el mínimo de 4%. Respecto a los resultados de la kiwicha pop muestran que la humedad está dentro del límite máximo (10%), la proteína supera el mínimo requerido (12%), y la grasa excede el mínimo de 3.5% y cenizas cumple con lo máximo permitido (3%), cumpliendo con la NTP 205.054 (2020). En general, los cereales cumplen con los requisitos de calidad.

#### 2.1.4. Análisis Microbiológicos

**Tabla 13**

*Análisis Microbiológicos de las Materias Primas*

ANÁLISIS	AVENA EN HOJUELAS	KIWICHA POP	QUINUA POP	YACÓN
Recuento de Coliforme Totales (UFC/g)	<10(e)	<10(e)	<10(e)	<10(e)

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

Los resultados microbiológicos de los tres muestran recuentos de coliformes totales inferiores a 10 UFC/g, cumpliendo con el límite máximo establecido por la NTP 209:2023 de 10 UFC/g, lo cual indica excelentes condiciones higiénicas, igualmente el recuento de coliformes totales del yacón es un buen resultado, ya que NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, el límite de aceptabilidad para raíces y tubérculos frescos es generalmente  $10^3$  UFC/g, por lo tanto, indica la inocuidad de la materia prima.

## 2.2. Evaluación de experimentos

### 2.2.1. Experimento 1

- **Objetivo**

Determinar el método óptimo de obtención del jarabe de yacón.

- **Variables**

**Variables independientes:**

**Factor A: Presión de procesamiento**

$P_1$  = Presión atmosférica (1 atm)

$P_2$  = Presión al vacío (<1 atm)

**Factor B: Concentración del Jarabe de yacón (° Brix)**

$C_1=60^\circ\text{Brix}$

$C_2=66^\circ\text{Brix}$

$C_3=72^\circ\text{Brix}$

**Variables dependientes:**

- Azúcares Reductores (%)
- Rendimiento del jarabe (%)
- Tiempo de concentración (min)
- Olor (análisis sensorial - escala hedónica)
- Color (análisis sensorial - escala hedónica)
- Sabor (análisis sensorial - escala hedónica)

- **Descripción:**

En este experimento, se elaboró jarabe de yacón utilizando dos tratamientos para someterlo a distintas presiones: uno se procesó a presión atmosférica y otro a presión de vacío. Cada grupo se concentró hasta tres niveles diferentes: 60, 66 y 72 ° Brix. Durante el proceso se controló la temperatura y el tiempo de concentración, obtenido un total de seis tratamientos. Se evaluaron las características físicoquímicas y organolépticas de cada muestra para determinar el efecto de la presión en el jarabe de yacón concentrado.

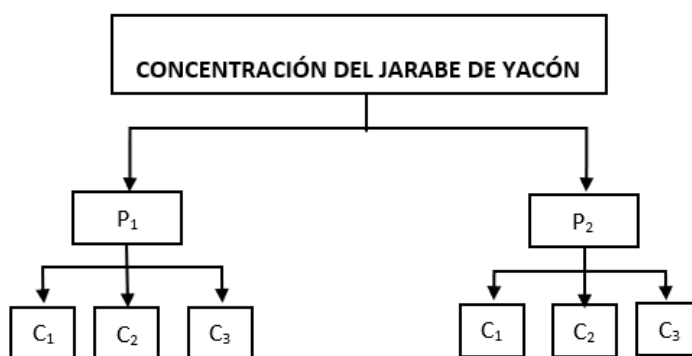
- **Diseño Experimental y Análisis estadístico:**

- **Diseño Experimental**

- Se utilizó un experimento Factorial aplicando un Diseño Completamente al Azar y Factorial aplicando un Diseño de bloques completamente al Azar, donde se evaluaron dos factores: Factor A con dos niveles (presión atmosférica y vacío), y Factor B (Concentración del jarabe) con tres niveles (60°, 66° y 72° Brix), resultando en 6 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. En caso exista diferencias significativas ( $p < .05$ ), se realizará las pruebas de comparación de Duncan o Tukey para reconocer los tratamientos que varían estadísticamente entre ellos.

**Figura 2**

*Diagrama Experimental del Primer Experimento*



Nota: Elaboración Propia (2025)

- **Análisis estadístico:**

- **Variables fisicoquímicas:** Los datos de contenido de rendimiento del jarabe y tiempo de concentración se analizarán mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) con un experimento factorial aplicando un diseño completamente al azar para determinar el efecto principal de cada factor, así como su interacción.
- **Variables sensoriales:** Los parámetros de olor, color y sabor se evaluarán mediante un ANOVA con un experimento factorial con diseño de bloques completos al azar, considerando a los panelistas como bloques para controlar la variabilidad entre evaluadores.

### 2.2.1.1 Resultados de la Evaluación Organoléptica del Olor en el Jarabe de yacón por 10

Panelistas

**Figura 3**

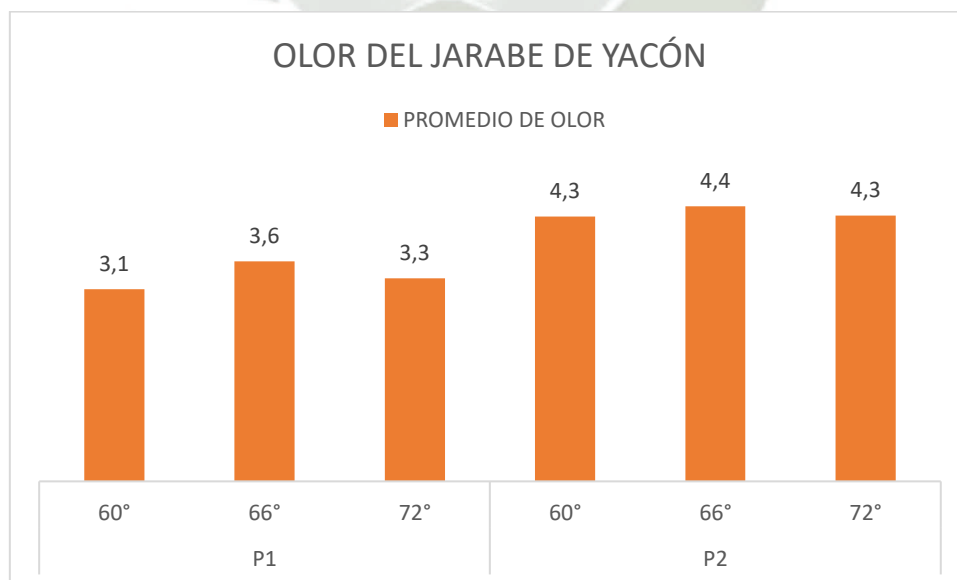
*Resultados de la evaluación del Olor del jarabe de yacón*

PANELISTAS	OLOR					
	P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>		
	60°	66°	72°	60°	66°	72°
1	2	3	3	4	5	4
2	2	3	3	4	4	4
3	2	3	3	4	5	5
4	3	4	3	4	4	4
5	3	4	4	5	5	4
6	2	4	3	4	4	4
7	4	3	3	4	5	5
8	4	3	3	4	4	4
9	3	4	4	4	4	5
10	3	3	3	5	5	4
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,8</b>	<b>3,4</b>	<b>3,2</b>	<b>4,2</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 4**

*Resultados Promedio de la Evaluación del Olor del Jarabe de yacón*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 14**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Olor del Jarabe de Yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	1	12,150	12,150	80,55	4,06
FACTOR B	2	0,433	0,217	3,15	3,20
A X B	2	2,100	1,050	0,56	3,20
BLOQUE	9	7,016	0,780	1,55	2,10
ERROR	45	8,483	0,189		
TOTAL	59	30,183			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza del experimento factorial aplicando un diseño bloques completamente al azar, se determinó que el Factor A(Presión) existe diferencia significativa, ya que su valor F calculado es superior al F tabla, por lo que se debe realizar una comparación de medias a través de la prueba de Tukey. Sin embargo, el Factor B (° Brix) no existe diferencia significativa, así como la interacción A x B y bloque no existen diferencias significativas.

Posteriormente de realizar la prueba de Tukey (ANEXO 3) se determinó que existe diferencias significativas entre las dos presiones (atmosférica vs vacío) en cuanto al olor del jarabe de yacón, por lo que ambos tratamientos se diferencian en características olfativas, ya que la presión al vacío se utiliza temperaturas más bajas, lo cual ayuda a una mejor conservación de los compuestos aromáticos característicos del yacón, a diferencia del tratamiento a presión atmosférica que requiere mayores temperaturas y puede afectar la intensidad del aroma original.

### 2.2.1.2. Resultados de la Evaluación Organoléptica del Sabor en el Jarabe de yacón por 10 Panelistas

**Figura 5**

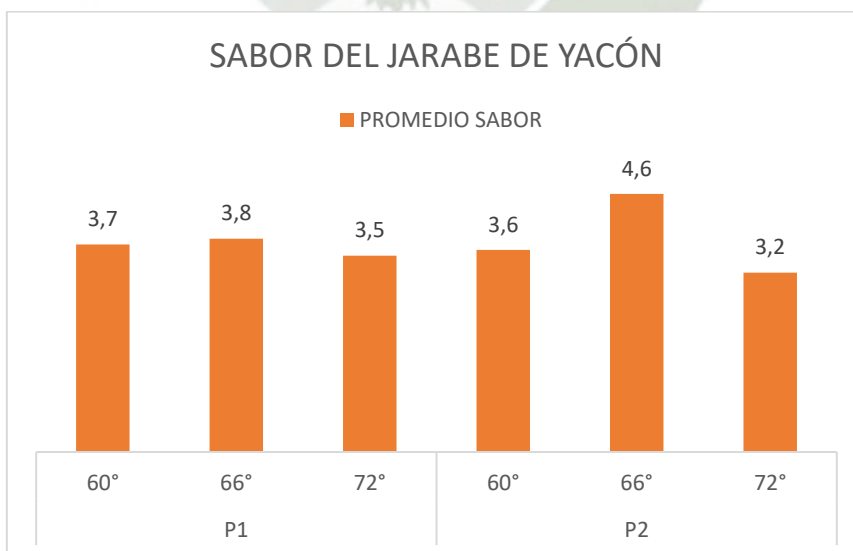
*Evaluación del Sabor del jarabe de yacón*

PANELISTAS	SABOR					
	P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>		
	60°	66°	72°	60°	66°	72°
1	3	3	4	4	5	3
2	5	4	4	4	5	3
3	3	5	3	3	4	4
4	3	4	4	4	5	4
5	3	4	4	3	4	3
6	4	5	3	4	5	2
7	4	3	3	3	5	2
8	4	2	3	3	4	3
9	3	4	4	4	4	3
10	5	4	3	4	5	5
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>4,6</b>	<b>3,2</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 6**

*Resultados Promedio de la Evaluación del Sabor del Jarabe de yacón*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 15**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Sabor del Jarabe de Yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	1	0,2667	0,2667	0,56	4,06
FACTOR B	2	7,4333	3,7167	7,77	3,20
A X B	2	3,4333	1,7167	3,59	3,20
BLOQUE	9	7,0667	0,7852	1,64	2,10
ERROR	45	21,5333	0,4785		
TOTAL	59	39,7333			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza del experimento factorial aplicando un diseño bloques completamente al azar, se determinó que el Factor A(Presión) existe diferencia significativa, ya que su valor F calculado es superior al F tabla, por lo que se debe realizar una comparación de medias a través de la prueba de Tukey. Sin embargo, el Factor B (° Brix) no existe diferencia significativa, así como la interacción A x B y bloque no existen diferencias significativas, se determinó que en el Factor A(Presión) y Bloque no existe diferencia significativa, ya que sus valores de F calculado son inferiores al F tabla. Sin embargo, el Factor B (° Brix) sí existe diferencia significativa, también en la interacción A x B existen diferencias significativas, por lo que se debe llevar a cabo una comparación de medias a través de la prueba de Tukey para ambos casos.

Según los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el factor B (° Brix), existen diferencias significativas entre algunos tratamientos: la concentración de 66°Brix es diferente significativamente tanto de 60°Brix como de 72°Brix en cuanto al sabor del jarabe de yacón, mientras que las concentraciones de 60°Brix y 72°Brix no presentan diferencias entre sí, por ende, la concentración de 66°Brix tiene características gustativas predominantes.

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey para la interacción entre presión y concentración (A x B), en la mayoría de las combinaciones de tratamientos no existen diferencias significativas, sin embargo, en algunas existe diferencias significativas como: 72°Brix atmosférica y al vacío, entre 60°Brix atmosférica y 72°Brix al vacío, y entre 66°Brix al vacío y 72°Brix al vacío en cuanto al sabor del jarabe de yacón. Esto indica que, aunque la

mayoría de las combinaciones producen sabores similares, ciertas interacciones específicas entre presión y concentración produce perfiles gustativos distintos.

### 2.2.1.3. Resultados de la Evaluación Organoléptica del color en el Jarabe de yacón por 10 Panelistas.

**Figura 7**

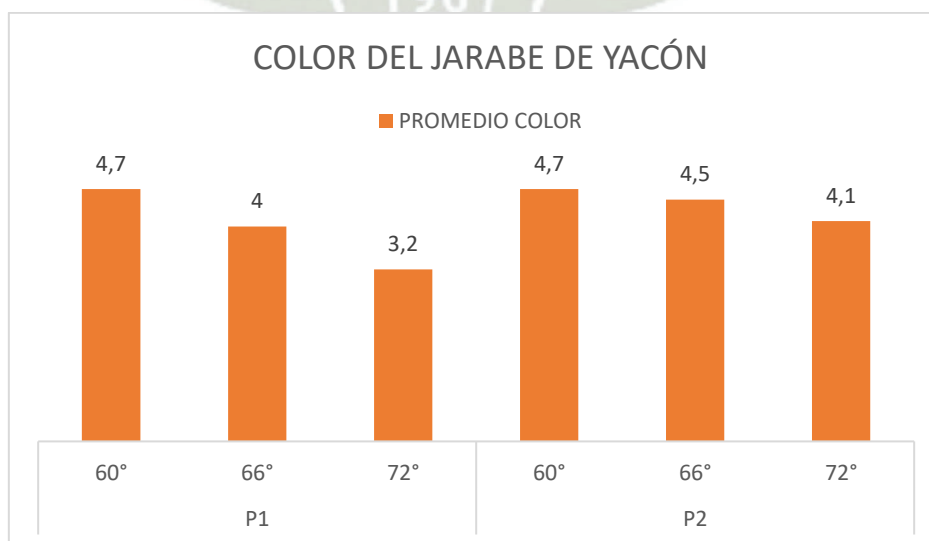
*Evaluación del Color del jarabe de yacón*

COLOR						
PANELISTAS	P <sub>1</sub>			P <sub>2</sub>		
	60°	66°	72°	60°	66°	72°
1	3	3	3	5	4	5
2	5	5	3	5	4	3
3	5	3	3	4	4	5
4	5	5	5	5	5	5
5	5	5	4	5	5	5
6	5	3	3	5	5	4
7	5	3	3	5	3	3
8	4	3	3	5	5	5
9	5	5	3	5	4	5
10	3	5	4	4	5	3
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,5</b>	<b>4</b>	<b>3,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,4</b>	<b>4,3</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 8**

*Resultados Promedio de la Evaluación del Color del Jarabe de yacón*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 16**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Color del Jarabe de Yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	1	4,267	4,267	7,6	4,06
FACTOR B	2	6,433	3,217	5,73	3,20
A X B	2	1,033	0,517	0,92	3,20
BLOQUE	9	9,733	1,082	1,93	2,10
ERROR	45	25,267	0,562		
TOTAL	59	46,733			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza del experimento factorial aplicando un diseño bloques completamente al azar, se obtuvo como resultado que el Factor A (Presión) y Factor B ( $^{\circ}$  Brix) existen diferencias significativas, ya que sus valores de F calculado son superiores al F tabla, por ende, se debe realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Por otro lado, la interacción A x B y Bloque no existen diferencias significativas, debido a que sus valores de F calculado son inferiores al F tabla correspondiente.

Según los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Tratamiento), se evidencia que no hay diferencias significativas entre las presiones en cuanto al color del jarabe de yacón. Esto significa que, ambos métodos de procesamiento logran resultados muy similares en términos de las características visuales del producto final, por lo que la elección entre estos dos tipos de presión no afectará significativamente el color del jarabe.

En cuanto a los resultados de Tukey (Anexo 3) para el factor B ( $^{\circ}$  Brix) se observan diferencias significativas entre todos los niveles de concentración evaluados en el jarabe de yacón. Las comparaciones múltiples demuestran que los tratamientos de  $60^{\circ}$ Bx,  $66^{\circ}$ Bx y  $72^{\circ}$ Bx difieren significativamente entre sí en cuanto al color del producto final. Esto indica que la concentración de sólidos solubles tiene un efecto fundamental en las características del color del jarabe de yacón y cabe resaltar que la diferencia entre las concentraciones es por el oscurecimiento no enzimático (reacciones de Maillard) que ocurren con mayor intensidad a mayores niveles de sólidos solubles durante el proceso de elaboración del jarabe.

### 2.2.1.4. Resultados del Rendimiento del Jarabe de yacón

**Figura 9**

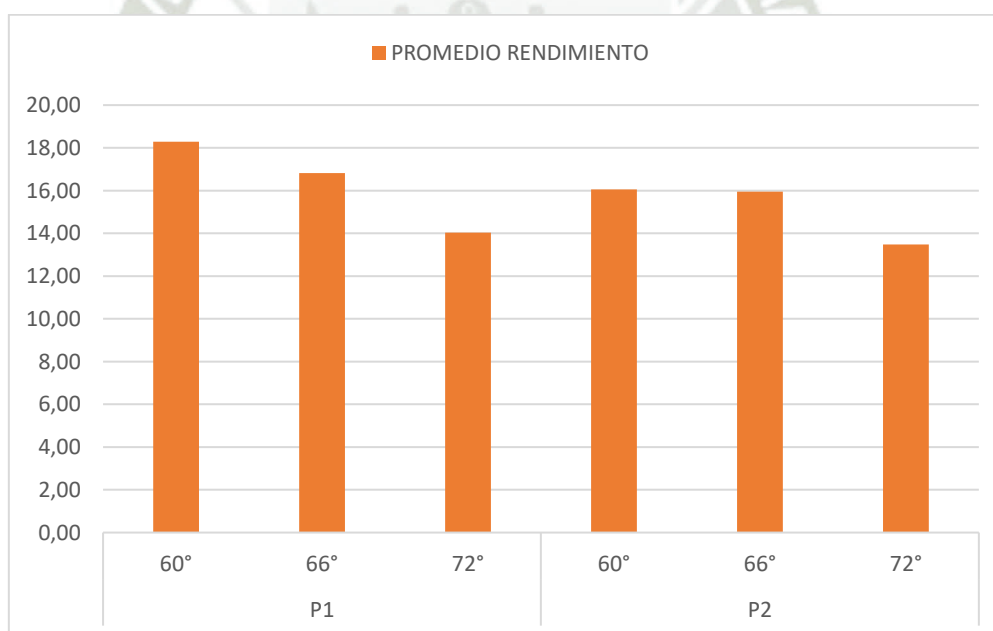
*Rendimiento del jarabe de yacón*

RENDIMIENTO DEL JARABE %		REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	
P <sub>1</sub> : PRESIÓN ATMOSFÉRICA	C <sub>1</sub> :60°Brix	18,80	17,51	18,57	18,29
	C <sub>2</sub> :66°Brix	15,17	17,27	18,00	16,81
	C <sub>3</sub> :72°Brix	16,21	12,70	13,20	14,04
P <sub>2</sub> : PRESIÓN AL VACÍO	C <sub>1</sub> :60°Brix	18,27	14,76	15,14	16,06
	C <sub>2</sub> :66°Brix	16,94	15,92	14,97	15,94
	C <sub>3</sub> :72°Brix	13,82	13,59	13,01	13,47

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 10**

*Resultados Promedio del Rendimiento Jarabe de yacón*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 17**

*Análisis de Varianza del Rendimiento del Jarabe de Yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	1	0,899	0,899	19,46	4,75
FACTOR B	2	81,686	40,843	884,05	3,89
A X B	2	0,159	0,079	1,72	3,89
ERROR	12	0,554	0,046		
TOTAL	17	25,267			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza del rendimiento, aplicado al diseño factorial completamente al azar, se obtuvo como resultado que el Factor A (Presión) y Factor B (° Brix) existen diferencias significativas, ya que sus valores de F calculado son superiores al F tabla, por ende, se debe realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey para ambos factores. Por otro lado, la interacción A x B no existe diferencia significativa, puesto que su valor de F calculado es inferior al F tabla correspondiente.

Según los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Tratamiento), se determina que existen diferencias significativas entre las presiones evaluadas en cuanto al rendimiento del jarabe de yacón. La comparación entre el tratamiento a presión atmosférica y presión al vacío demuestra que ambos métodos producen efectos diferentes sobre el rendimiento del producto final. Por tanto, la elección del tipo de presión durante el procesamiento será fundamental para optimizar la producción del jarabe de yacón.

En relación con los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor B (° Brix), se observan diferencias significativas entre todos los niveles de concentración evaluados en cuanto al rendimiento del jarabe de yacón. Las comparaciones demuestran que los tratamientos de 60°Brix, 66°Brix y 72°Brix son diferentes entre sí con respecto al rendimiento del producto final, por lo que la concentración de sólidos solubles genera un impacto en el rendimiento del jarabe, siendo un factor por considerar para eficiencia optima productiva del procesamiento.

### 2.2.1.5. Resultados del Tiempo del Jarabe de yacón a diferentes presiones

**Figura 11**

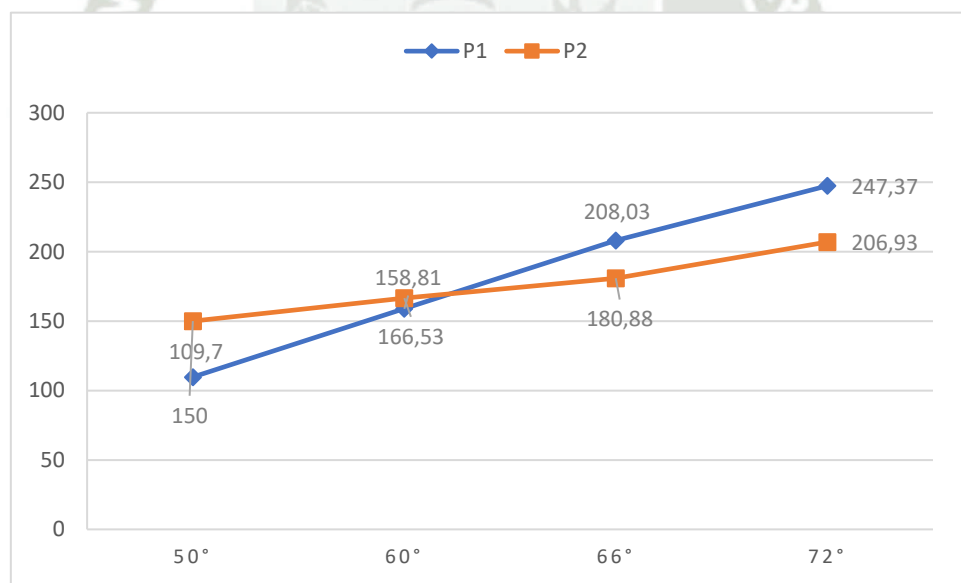
*Evaluación del tiempo de concentración del Jarabe de Yacón*

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN DEL JARABE (Min)		REPETICIONES			PROMEDIO
		1	2	3	
P <sub>1</sub> : PRESIÓN ATMOSFÉRICA	C <sub>1</sub> :60°Brix	157,84	159,70	158,90	158,81
	C <sub>2</sub> :66°Brix	229,70	199,70	194,70	208,03
	C <sub>3</sub> :72°Brix	269,70	239,70	232,70	247,37
P <sub>2</sub> : PRESIÓN AL VACÍO	C <sub>1</sub> :60°Brix	164,00	171,30	164,28	166,53
	C <sub>2</sub> :66°Brix	178,17	185,58	178,88	180,88
	C <sub>3</sub> :72°Brix	204,32	211,08	205,38	206,93

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 12**

*Resultados Promedios del tiempo del Jarabe de Yacón*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 18**

*Análisis de Varianza: Tiempo de concentración del Jarabe de Yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	1	1793	1793,0	13,57	4,75
FACTOR B	2	12473	6236,3	47,21	3,89
A X B	2	1856	927,8	7,02	3,89
ERROR	12	1585	132,1		
TOTAL	17	17707			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza aplicado el diseño factorial completamente al azar para evaluar el tiempo de concentración del jarabe de yacón, se determinó que el Factor A (Presión), Factor B ( $^{\circ}$  Brix) y la interacción A x B existen diferencias significativas, por lo que se tiene que realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey para los factores.

Según los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (tratamiento), se evidencian diferencias significativas entre los niveles de presión con relación al tiempo de procesamiento del jarabe de yacón. La comparación entre tratamientos determina que ambos métodos requieren tiempos de procesamiento diferentes. Por ende, el tipo de presión empleada durante la elaboración influye en la duración del proceso del jarabe de yacón.

Con relación a los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor B, se observaron diferencias significativas entre todas las concentraciones evaluadas en relación con el tiempo de procesamiento del jarabe de yacón. Al examinar los tratamientos de  $60^{\circ}$ Brix,  $66^{\circ}$ Brix y  $72^{\circ}$ Brix, resulta evidente que cada concentración necesita diferentes tiempos de procesamiento para obtener el producto final. Estos resultados indican que la concentración de sólidos solubles afecta de manera importante la duración del proceso.

En cuanto a los resultados de Tukey (Anexo 3) para el Factor A x B (Presión  $\times$   $^{\circ}$  Brix) en el tiempo de procesamiento, se encontró que las diferentes combinaciones de presión y concentración no requieren los mismos tiempos para completar el proceso. Los resultados de los tratamientos indican que el procesamiento a presión atmosférica con  $72^{\circ}$ Brix necesitó más tiempo que el resto de las combinaciones. Por otro lado, los tratamientos con  $60^{\circ}$ Brix, tanto a presión atmosférica como al vacío, mostraron los menores tiempos de procesamiento sin

diferencias significativas entre ellos. Las otras combinaciones tienen tiempos intermedios, dado que tanto la presión como la concentración de jarabe de yacón interactúan de manera única para determinar la duración del proceso de elaboración del jarabe de yacón.

### 2.2.1.6. Resultados de azúcares reductores del Jarabe de yacón

Para complementar la evaluación del jarabe de yacón se determinó en el laboratorio azúcares reductores.

**Tabla 19**

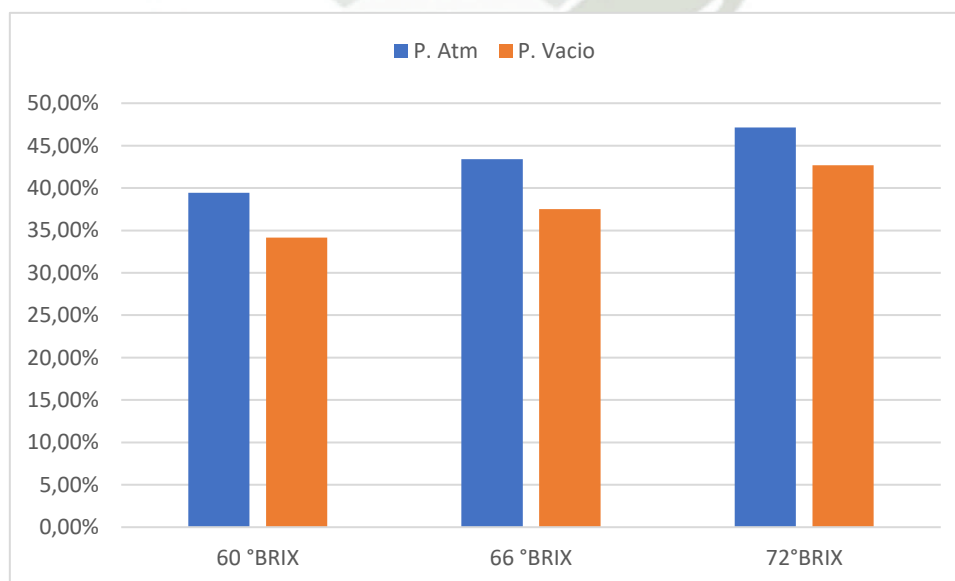
*Resultados de azúcares reductores de los tratamientos del jarabe de yacón*

AZÚCARES REDUCTORES		
PRESIÓN ATMOSFERICA	60 ° BRIX	39,44%
	66 ° BRIX	43,42%
	72° BRIX	47,14%
PRESIÓN AL VACIO	60 ° BRIX	34,14%
	66 ° BRIX	37,50%
	72° BRIX	42,67%

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

**Figura 13**

*Resultados de azúcares reductores del jarabe de yacón a diferentes presiones*



Nota: Elaboración Propia (2025)

## INTERPRETACIÓN:

Los azúcares reductores se utilizan como método indirecto para evaluar el contenido de inulina en el jarabe de yacón, ya que permiten determinar los productos que se forman cuando la inulina se descompone durante el procesamiento térmico. En la investigación destaca el uso de la presión al vacío debido a que crea condiciones especiales de procesamiento que pueden influir en cómo se rompen las moléculas complejas de inulina. De tal manera que las condiciones al vacío, al permitir temperaturas de procesamiento más bajas, tienden a preservar mejor la estructura de la inulina y reducir su hidrólisis, mientras que la presión atmosférica favorece mayor descomposición del compuesto. Estudios anteriores han reportado que, durante los procesos de concentración térmica, los compuestos como los disacáridos tienden a hidrolizarse más fácilmente, y que factores como la presión, temperatura y tiempo de exposición determinan qué tanto se descomponen estas estructuras, lo cual finalmente se refleja en la cantidad de azúcares reductores que se pueden medir (Avalo et al., 2009).

### 2.2.1.7 Prueba 1: Efecto de la concentración del jarabe de yacón en barras energéticas

#### Objetivo:

Evaluar el efecto de las tres concentraciones de jarabe de yacón al vacío (60°, 66° y 72°Brix,) sobre la aceptabilidad sensorial de las tres formulaciones propuestas.

#### Variables:

##### Variables independientes:

**Factor A:** Formulaciones (F1, F2, F3)

**Factor B:** Concentración del Jarabe de yacón (° Brix)

C<sub>1</sub>=60°Brix

C<sub>2</sub>=66°Brix

C<sub>3</sub>=72°Brix

##### Variables dependientes:

Evaluación sensorial:

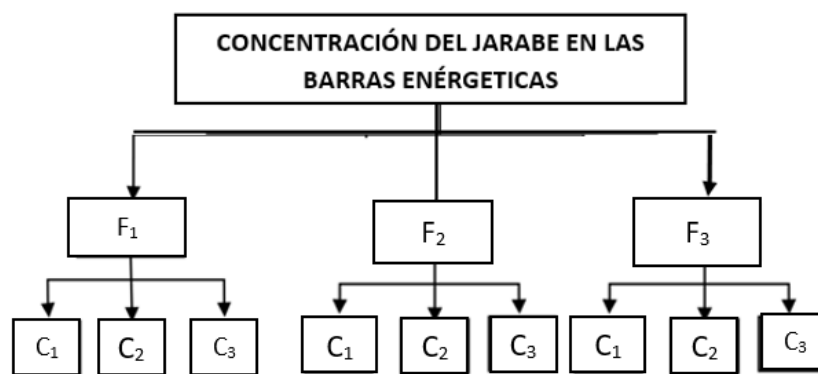
- Textura
- Dulzor
- Sabor
- Aceptabilidad general

### Diseño experimental:

Se utilizó un experimento Factorial aplicando un Diseño Completamente al Azar, donde se evaluaron dos factores: Factor A son las formulaciones ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ), y Factor B (Concentración del jarabe) con tres niveles ( $60^\circ$ ,  $66^\circ$  y  $72^\circ$  Brix). Los datos obtenidos se analizarán mediante Análisis de Varianza. En caso exista diferencias significativas ( $p < .05$ ), se realizará las pruebas de comparación de Duncan o Tukey para reconocer los tratamientos que varían estadísticamente entre ellos.

### Figura 14

*Diagrama Experimental de la primera prueba*



Nota: Elaboración Propia (2025)

### Metodología

Se elaboraron nueve tratamientos combinando tres formulaciones base con tres concentraciones de jarabe de yacón procesado al vacío ( $60^\circ$ ,  $66^\circ$  y  $72^\circ$  Brix). Las formulaciones base empleadas ( $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ ) se encuentran descritas en la Tabla 28 del Experimento 2.

### Evaluación sensorial:

Se realizó con 5 panelistas semi entrenados siguiendo a Miele et al. (2021) quien demuestra que paneles de 5 a 8 evaluadores alcanzan estabilidad estadística en diseños de bloques. Este enfoque permite identificar diferencias significativas de forma eficiente.

## Resultados Sensoriales

**Tabla 20**

*Evaluación sensorial de barras energéticas según formulación y concentración de jarabe de yacón*

Tratamiento	Textura	Dulzor	Sabor	Aceptabilidad
F1-60	2,8	2,6	2,8	2,8
F1-66	3,6	3,8	3,6	3,4
F1-72	3,2	4,2	3,4	3,2
F2-60	3,4	3,2	3,6	3,4
F2-66	4,6	4,4	4,6	4,6
F2-72	3,8	4,6	3,8	3,6
F3-60	2,6	2,4	2,6	2,4
F3-66	3,8	3,6	3,8	3,8
F3-72	3,4	4,0	3,2	3,2
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,5</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,4</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 21**

*Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre la Textura*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	2	4,930	2,467	9,65	3,26
FACTOR B	2	8,533	4,267	16,70	3,26
A X B	4	0,5333	0,133	0,52	2,63
ERROR	36	9,200	0,255		
TOTAL	44	23			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN:

En el análisis de varianza aplicando un diseño factorial para la textura, se encontró que para el Factor A (Formulación) y Factor B (°Brix) hubo diferencia significativa, por lo que es necesario realizar la prueba de Tukey para los factores, sin embargo, para la interacción A x B no hay diferencia significativa.

Los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Formulación) muestran que no hay diferencias significativas entre las tres formulaciones, indicando que la percepción de la textura por parte de los panelistas fue similar.

Con respecto a los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor B (Brix) evidencia diferencias significativas entre los tres niveles evaluados, por lo tanto, indica que la concentración del jarabe influye directamente en la textura.

**Tabla 22**

*Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre el Dulzor*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	2	4,311	2,155	9,24	3,26
FACTOR B	2	19,511	9,755	41,81	3,26
A X B	4	0,088	0,022	0,10	2,63
ERROR	36	8,400	0,233		
TOTAL	44	32			

Nota: Elaboración Propia (2025)

**INTERPRETACIÓN:**

En el análisis de varianza aplicando un diseño factorial para el dulzor, el Factor A (Formulación) presentó diferencia altamente significativa, al igual que el Factor B (°Brix) que también obtuvo diferencia altamente significativa. Dado que ambos factores mostraron diferencias significativas, se requiere llevar a cabo una prueba de comparación de medias, por lo que se realizó la prueba de Tukey. La interacción A x B no mostró diferencia altamente significativa.

Después de realizar la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Formulación, la Formulación 2 (Quinoa) obtuvo diferencia significativa de la Formulación 1 (kiwicha) y de la Formulación 3 (avena), siendo la más dulce percibida. No hubo diferencia significativa entre las formulaciones 1 y 3, lo que señala que los panelistas las notaron con una intensidad parecida de dulzura.

Asimismo, los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor B (Brix) mostro que las concentraciones de 66°Brix y 72°Brix son significativamente diferentes a 60°Brix y las

concentraciones de 66° y 72°Brix no mostraron diferencias significativas, lo que indica que a 66°Brix se logra un grado de dulzura adecuado sin necesidad de concentrar el jarabe más.

**Tabla 23**

*Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre el Sabor*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS		SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
	DE LIBERTAD	DE				
FACTOR A	2		4,933	2,467	9,25	3,26
FACTOR B	2		7,600	3,800	14,25	3,26
A X B	4		1,067	0,267	1,00	2,63
ERROR	36		9,600	0,267		
TOTAL	44		23			

Nota: Elaboración Propia (2025)

**INTERPRETACIÓN:**

El análisis de varianza aplicado al diseño factorial completamente al azar para el atributo sabor, determinó que el Factor A (Formulación) presentó diferencia significativa, así como el Factor B (°Brix). Al existir diferencias significativas, se es necesario aplicar una prueba de comparación de medias, por lo cual se realizó la prueba de Tukey para ambos factores. La interacción A x B no obtuvo diferencia significativa.

En relación con la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Formulación) determinó que no existen diferencias significativas entre las tres formulaciones en cuanto al sabor percibido, por lo tanto, el tipo de cereal utilizado (kiwicha, quinua o avena) no influyó en la percepción de los panelistas.

Respecto a los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor B (Brix) indicó que únicamente la concentración de 72°Brix obtuvo diferencia significativa con 60°Brix. La concentración de 66°Brix no mostró diferencias significativas con 60° y 72°Brix, ubicándose en un nivel intermedio.

**Tabla 24**

*Análisis de Varianza: Efecto de formulación y concentración sobre la Aceptabilidad*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
FACTOR A	2	5,378	2,689	10,52	3,26
FACTOR B	2	8,578	4,289	16,78	3,26
A X B	4	1,422	0,3556	1,39	2,63
ERROR	36	9,200	0,256		
TOTAL	44	25			

Nota: Elaboración Propia (2025)

**INTERPRETACIÓN:**

En el análisis de varianza aplicado al diseño factorial completamente al azar para la aceptabilidad general, el Factor A (Formulación) resultó con diferencia significativa, al igual que el Factor B (°Brix). Cuando el ANOVA indica diferencias significativas, es necesario determinar específicamente qué tratamientos difieren entre sí, por ende, se realiza la prueba Tukey para ambos factores. La interacción A x B no presentó diferencias significativas.

En cuanto a los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor A (Formulación), la Formulación 2 (Quinua) se diferenció significativamente con la Formulación 1 (kiwicha) como la Formulación 3 (avena), obteniendo la mayor aceptabilidad. Las Formulaciones 1 y 3 no mostraron diferencias significativas entre sí, resultando una aceptación similar.

Respecto a los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3) para el Factor B (Brix) mostro que únicamente la concentración de 66°Brix obtuvo diferencia significativamente de 60°Brix, por ende, siendo 66°Brix la de mayor aceptabilidad. La concentración de 72°Brix no mostró diferencias significativas con 60° y 66°Brix, ubicándose en un nivel intermedio.

### 2.2.1.8. Prueba 2: Determinación del porcentaje óptimo de jarabe de yacón en la formulación

Una vez determinado que el jarabe de yacón a 66°Brix al vacío, el cual es el tratamiento óptimo, se procedió a evaluar el porcentaje adecuado de este jarabe en la formulación de barras energéticas.

**Objetivo:** Determinar el porcentaje óptimo de jarabe de yacón (66°Brix al vacío) en barras energéticas mediante evaluación sensorial.

**Variables:**

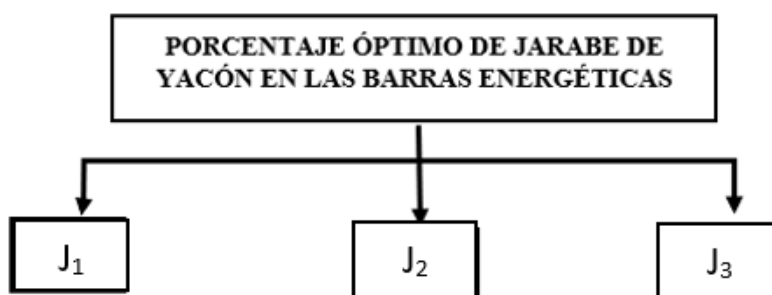
- **Independiente:** Porcentaje de jarabe de yacón  
 $J_1=20\%$  de jarabe de yacón  
 $J_2=25\%$  de jarabe de yacón  
 $J_3=30\%$  de jarabe de yacón
- **Dependientes:** Cohesión, dulzor, aceptabilidad general (escala hedónica 5 puntos)

**Diseño Experimental:**

Diseño de bloques completamente al azar con 5 panelistas semi entrenados, siguiendo a Miele et al. (2021) quien demuestra que paneles de 5 a 8 evaluadores alcanzan estabilidad estadística en diseños de bloques. Este enfoque permite identificar diferencias significativas de forma eficiente sin requerir grupos extensos.

**Figura 15**

*Diagrama Experimental de la segunda prueba*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Metodología:**

Se elaboraron barras energéticas con la Formulación 2 (Tabla 28) por su gran aceptación en la prueba 1 y se varió el porcentaje de jarabe de yacón,

**Figura 16**

*Formulaciones de la barra energética a diferentes porcentajes de jarabe de yacón*

<b>Ingrediente</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>
Quinoa Inflada	27%	22%	17%
Harina de Tarwi	22,95%	22,95%	22,95%
Jarabe de yacón	20%	25%	30%
Chocolate 80%	12,00%	12,00%	12,00%
Mantequilla de maní	2,00%	2,00%	2,00%
Extracto de almendra	6,00%	6,00%	6,00%
Almendra	2,00%	2,00%	2,00%
Stevia	0,05%	0,05%	0,05%

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 17**

*Resultados de las pruebas sensoriales de las barras energéticas a diferentes porcentajes de jarabe de yacón*

<b>PANELISTAS</b>	<b>COHESIÓN</b>			<b>DULZOR</b>			<b>ACEPTABILIDAD</b>		
	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>	<b>J1</b>	<b>J2</b>	<b>J3</b>
1	3	4	4	2	3	4	3	4	4
2	2	3	4	3	4	5	3	4	5
3	3	4	5	2	4	4	2	3	4
4	2	3	4	3	3	5	3	3	5
5	3	4	4	2	4	4	2	4	4
<b>PROMEDIO</b>	<b>2,6</b>	<b>3,6</b>	<b>4,2</b>	<b>2,4</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>	<b>2,6</b>	<b>3,6</b>	<b>4,4</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 25**

*Análisis de Varianza: Evaluación de Cohesión según porcentaje de jarabe de yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	6,533	3,267	18,33	4,46
BLOQUE	4	0,933	0,233	1,33	3,84
ERROR	8	1,467	0,183		
TOTAL	14	8,933			

Nota: Elaboración Propia (2025)

El análisis de varianza de diseño de bloques completamente al azar para la cohesión demuestra que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, por lo que es necesario hacer la prueba de Tukey para obtener la diferencia entre tratamientos. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre bloques (panelistas).

Después de realizar la prueba de Tukey (ANEXO 3) se determinó que existen diferencias significativas entre los tres porcentajes evaluados en cuanto a la cohesión de las barras energéticas. El tratamiento J<sub>3</sub> (30% de jarabe) se diferenció significativamente de J<sub>2</sub> (25%) y J<sub>1</sub> (20%), mientras que J<sub>2</sub> también mostró diferencias con J<sub>1</sub>. Estos resultados indican que, a mayor porcentaje de jarabe de yacón, mejor es la cohesión de las barras.

**Tabla 26**

*Análisis de Varianza: Evaluación de Dulzor según porcentaje de jarabe de yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	10,133	5,067	24,64	4,46
BLOQUE	4	1,067	0,267	1,30	3,84
ERROR	8	1,800	0,225		
TOTAL	14	13,00			

Nota: Elaboración Propia (2025)

## INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar para evaluar el dulzor de las barras energéticas según el porcentaje de jarabe de yacón, se obtuvo que el Factor Tratamiento presenta diferencia altamente significativa, por ende, se debe realizar una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. Por otro lado, el factor Bloque no presenta diferencias significativas.

De acuerdo con la prueba de Tukey (Anexo 3), el tratamiento  $J_3$  (30% jarabe) presentó diferencias altamente significativas respecto a  $J_2$  (25%) y  $J_1$  (20%) en cuanto a la percepción de dulzor. El tratamiento  $J_2$  también mostró diferencias significativas con  $J_1$ . Estos resultados demuestran que el incremento en el porcentaje de jarabe de yacón eleva proporcionalmente el dulzor percibido en las barras energéticas.

**Tabla 27**

*Análisis de Varianza: Evaluación de Aceptabilidad según porcentaje de jarabe de yacón*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	8,133	4,067	20,74	4,46
BLOQUE	4	0,533	0,133	0,68	3,84
ERROR	8	1,467	0,183		
TOTAL	14	10,133			

Nota: Elaboración Propia (2025)

## INTERPRETACIÓN

El análisis de varianza realizado para determinar la aceptabilidad general de las barras energéticas según el porcentaje de jarabe de yacón demuestra que el Factor Tratamiento presenta diferencia altamente significativa, por lo cual se debe hacer una comparación de medias mediante la prueba de Tukey. En cambio, el factor Bloque no presenta diferencias significativas.

Según los resultados de la prueba de Tukey (Anexo 3), el tratamiento  $J_1$  presentó la menor aceptabilidad y difiere significativamente de  $J_2$  y  $J_3$ . Sin embargo, los tratamientos  $J_2$  y  $J_3$

son estadísticamente similares entre sí, por ende, ambas concentraciones superiores de jarabe de yacón logran niveles de aceptación comparables.

## DISCUSIÓN

Según los resultados obtenidos, el tratamiento óptimo para el proceso de jarabe de yacón es la concentración de 66°Brix a presión al vacío, puesto que esta combinación demostró ser superior debido a que preserva de mejor manera los azúcares reductores, menor tiempo de procesamiento, mejor rendimiento y características sensoriales diferentes que mantendrá la calidad del producto final. Además, la prueba preliminar que se realizó con las diferentes concentraciones del jarabe de yacón y las formulaciones establecidas, confirmó que esta concentración de jarabe (66°Brix) logra una aceptabilidad sensorial, ya que obtuvo resultados significativamente superiores a 60°Brix en dulzor y aceptabilidad, pero sin diferencias significativas con 72°Brix, lo que valida la elección de 66°Brix como concentración óptima desde las perspectivas sensorial. Este resultado es congruente con lo reportado por Juliano & Tapia (2020), quienes al evaluar jarabes de yacón concentrados a distintas presiones encontraron que el proceso al vacío conservaba un mayor contenido de inulina y mejor aceptabilidad sensorial, especialmente en concentraciones altas de sólidos solubles. De igual forma, Mogro Velásquez (2014) señala que la evaporación al vacío en la elaboración de miel de yacón permite reducir el pardeamiento y preservar la calidad fisicoquímica del producto, asimismo Wiyono et al.(2021) evaluaron la composición del jarabe de palma por evaporación al vacío, concluyeron que este método permite reducir el tiempo de concentración, obtener un producto con menor pardeamiento y mejor calidad en comparación con los procesos atmosféricos tradicionales. De forma similar, Lagacé et al.(2019) analizaron la aplicación de niveles de vacío en la obtención de savia de arce el cual hubo mejora en el rendimiento de la elaboración de jarabe, logrando incrementos de hasta un 38% en la savia recolectada, aunque no se registraron variaciones en la calidad del jarabe. Estos descubrimientos señalan que la tecnología de alto vacío se presenta como una opción efectiva para incrementar la producción sin comprometer la calidad del producto, por lo tanto, respalda la elección de esta condición como la más adecuada para optimizar tanto el valor funcional como la calidad sensorial del jarabe.

Adicionalmente, la evaluación del porcentaje de incorporación del jarabe de yacón mostró que el 30% fue el nivel más adecuado, ya que permitió obtener mayor cohesión, dulzor equilibrado y mejor aceptabilidad. Este resultado coincide con

Samakradhamrongthai et al. (2021), quienes señalan que un mayor nivel de endulzantes aglutinantes mejora la compactación y estabilidad de barras de cereales. De igual forma, Gaspar & Quintana (2017) destacan que los jarabes naturales incrementan la adhesión entre ingredientes secos, especialmente en matrices como cereales inflados, lo cual explica por qué porcentajes menores (20% y 25%) resultaron insuficientes en este estudio. Asimismo, el aporte funcional es consistente con Bierhalz Voss et al. (2021), quienes remarcan la importancia de incluir prebióticos como los fructooligosacáridos para mejorar el valor nutritivo de barras energéticas.

## ESTUDIOS MATEMÁTICOS

### Calor Específico del yacón:

$$C_p = (1.424 * 0,1695) + (1.549 * 0,01) + (1.675 * 0,0015) + (0.837 * 0,0261) + (4.187 * 0,7929)$$

$$C_p = 3,60 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$C_p = 0,86 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

### Transferencia de calor de yacón:

$$Q_{66^{\circ}Bx} = M * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{66^{\circ}Bx} = 0.500 \text{ kg/h} \times 0.86 \text{ kcal}/(\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}) \times (70^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C})$$

$$Q_{66^{\circ}Bx} = 21.5 \text{ kcal/h}$$

Por lo tanto: El calor requerido para calentar 0.500 kg/h de la solución concentrada a 66°Brix desde 20°C hasta 70°C es 21.5 kcal/h.

### **Regresión Múltiple para Rendimiento del Jarabe**

Se evaluó el efecto del tratamiento y los grados Brix sobre el rendimiento mediante regresión múltiple (Anexo 4) y dio como resultado:

**Ecuación del modelo:**

$$\text{RENDIMIENTO (\%)} = 36,41 - 1,22 \times \text{TRATAMIENTO} - 0,285 \times \text{BRIX}$$

$R^2$  ajustado = 0,801

Este modelo permite explicar el 80,1% de las variaciones en el rendimiento, lo cual indica un buen ajuste del modelo a los datos experimentales. Esto significa que las variables independientes consideradas (Tratamiento y ° Brix) son fundamentales para explicar el comportamiento del rendimiento en la elaboración del jarabe de yacón

### **Regresión Múltiple para Tiempo del Jarabe de yacón**

Se desarrolló un modelo de regresión múltiple para evaluar cómo el tratamiento y los ° Brix influyen en el tiempo de concentración del jarabe de yacón (Anexo 4). La ecuación obtenida fue:

$$\text{TIEMPO (min)} = -129,95 - 19,96 \times \text{TRATAMIENTO} + 5,37 \times \text{BRIX}$$

Coefficiente de determinación  $R^2 = 0,8848$

Este modelo permite explicar el 88,4% de las variaciones en el tiempo de concentración, lo cual indica un buen ajuste y demuestra que las variables seleccionadas son adecuadas para predecir el comportamiento del tiempo requerido en el proceso de concentración del jarabe.

### **Regresión Múltiple para Azúcares Reductores**

Se desarrolló un modelo de regresión múltiple para evaluar el tratamiento y ° Brix sobre el contenido de azúcares reductores en el jarabe de yacón (Anexo 4). La ecuación obtenida fue:

$$\text{AZÚCARES REDUCTORES (\%)} = 3,93 - 5,23 \times \text{TRATAMIENTO} + 0,68 \times \text{BRIX}$$

Coefficiente de determinación  $R^2 = 0,99$

Este modelo permite explicar el 99,3% de las variaciones en el contenido de azúcares reductores, lo cual indica un ajuste excelente y demuestra que las variables seleccionadas predicen con alta precisión el comportamiento de los azúcares reductores en el jarabe de yacón. El análisis estadístico confirmó que el modelo es altamente significativo.

## 2.2.2. Experimento 2

- **Objetivo:**

Determinar la formulación óptima de barras energéticas funcionales evaluando las diferentes proporciones de cereales andinos, harina de tarwi y jarabe de yacón.

- **Variables**

**Variables independientes:**

**Tabla 28**

*Formulación de las barras energéticas*

	F1	F2	F3
<b>Avena en hojuelas</b>	-	-	24,00%
<b>Quinoa Inflada</b>	-	17,00%	-
<b>Kiwicha Inflada</b>	20,00%	-	-
<b>Harina de Tarwi</b>	19,95%	22,95%	15,95%
Jarabe de yacón	30,00%	30,00%	30,00%
Chocolate 80%	12,00%	12,00%	12,00%
Semillas de Chía	2,00%	2,00%	2,00%
Mantequilla de maní	6,00%	6,00%	6,00%
Extracto de almendra	8,00%	8,00%	8,00%
Almendra	2,00%	2,00%	2,00%
Stevia	0,05%	0,05%	0,05%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Variables dependientes:**

➤ **Indicadores fisicoquímicos:**

- Porcentaje de proteínas (%)
- Porcentaje de grasa (%)
- Porcentaje de carbohidratos (%)
- Porcentaje de fibra (%)
- Porcentaje de humedad (%)

- Textura: Fuerza de ruptura medida en gramos-fuerza (g) o Newtons (N)
- Indicadores sensoriales:

Escala hedónica de 5 puntos para evaluar olor, sabor, color y aceptación del producto.

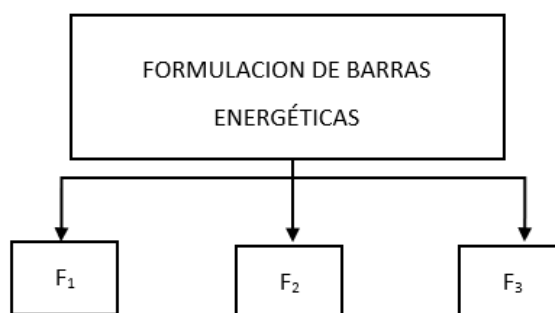
- **Diseño Experimental y Análisis Estadístico:**

### **Diseño Experimental**

- Se aplicará un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ) y 3 repeticiones por tratamiento.
- Se aplicará un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), donde cada panelista constituye un bloque, se realizará para 10 panelistas.

### **Figura 18**

*Diagrama Experimental del segundo experimento*



Nota: Elaboración Propia (2025)

### **Análisis Estadístico**

- Los datos obtenidos de ambas evaluaciones (físicoquímica y sensorial) se analizarán mediante Análisis de Varianza (ANOVA).
- En caso de que exista diferencia significativa entre los tratamientos en ambos diseños, se aplicará la prueba de comparación múltiple de Duncan o Tukey para reconocer los tratamientos que varían estadísticamente entre ellos.

### 2.2.2.1. Resultados de Textura de las barras energéticas

**Figura 19**

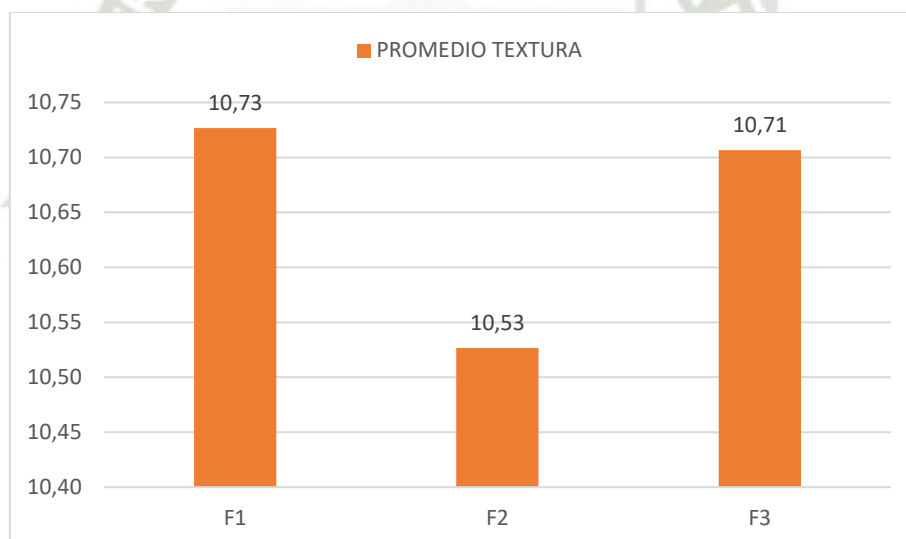
*Resultados de la Textura de barras energéticas por formulación*

DUREZA NEWTON (N)	REPETICIONES			PROMEDIO
	1	2	3	
F <sub>1</sub>	10,73	10,72	10,73	10,73
F <sub>2</sub>	10,52	10,51	10,55	10,53
F <sub>3</sub>	10,70	10,72	10,70	10,71

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 20**

*Valores promedio de textura en barras energéticas*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 29**

*Análisis de Varianza: Texturas de barras energéticas*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	0,0002	0,0001	0,01	5,14
ERROR	6	0,0738	0,0123		
TOTAL	8	0,0740			

Nota: Elaboración Propia (2025)

## INTERPRETACIÓN

En el análisis de varianza aplicando un diseño completamente al azar para evaluar la textura de tres formulaciones diferentes de barras energéticas, se determinó que el Factor Tratamiento (formulaciones) no existe diferencia significativa, por lo que las tres formulaciones evaluadas presentan características de textura estadísticamente similares, por ello cualquiera de las tres formulaciones podría ser seleccionada para el producto final.

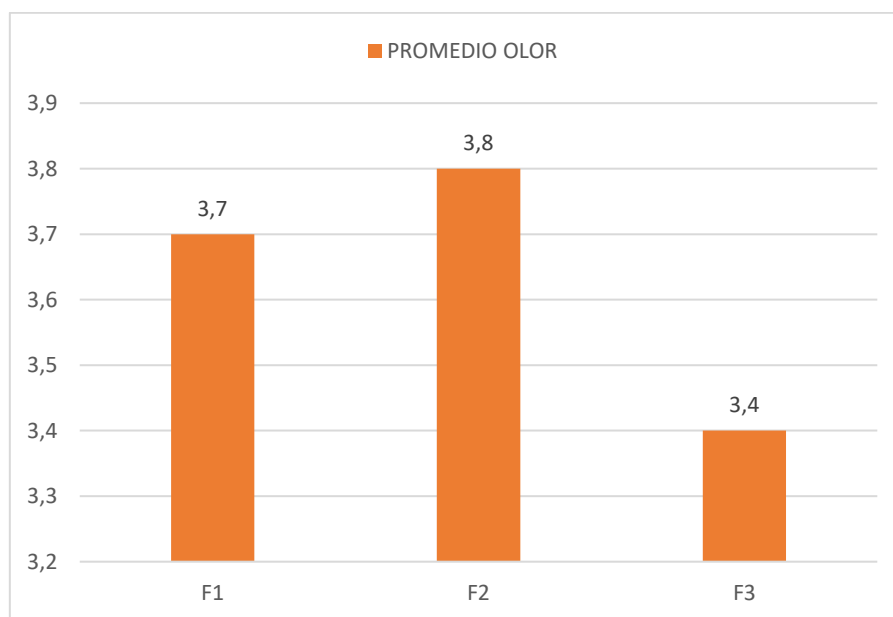
**2.2.2.2. Evaluación sensorial del olor en barras energéticas****Tabla 30***Resultados de la evaluación del olor de las barras energéticas*

PANELISTAS	OLOR		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
1	4	3	4
2	3	3	3
3	5	4	5
4	5	4	3
5	2	4	2
6	4	4	4
7	4	3	3
8	3	4	4
9	3	4	3
10	4	5	3
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,7</b>	<b>3,8</b>	<b>3,4</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 21**

*Resultados promedio del olor de las formulaciones de barras energéticas*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 31**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Olor de las barras energéticas*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	0,6000	0,3000	0,54	3,55
BLOQUE	9	7,6333	0,8481	1,52	2,46
ERROR	18	10,0667	0,5593		
TOTAL	29	18,3000			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En los resultados de la evaluación del olor de las barras energéticas aplicando el diseño experimental de bloques completamente al azar, se obtuvo que tanto para el tratamiento como para el bloque no existen diferencias altamente significativas.

### 2.2.2.3. Evaluación sensorial del sabor de las barras energética

**Tabla 32**

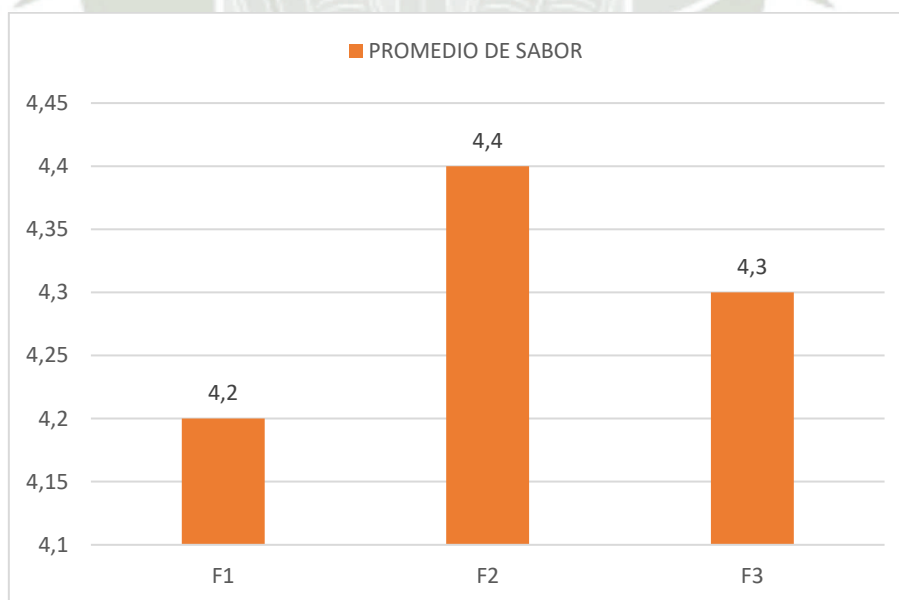
*Resultados de la evaluación del sabor de las barras energética*

PANELISTAS	SABOR		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
1	3	5	3
2	3	4	4
3	4	5	4
4	3	4	4
5	3	5	2
6	3	4	4
7	4	4	2
8	4	5	4
9	4	5	3
10	4	4	4
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,5</b>	<b>4,5</b>	<b>3,4</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 22**

*Resultados promedio del sabor de las barras energéticas*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 33**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Sabor de las formulaciones de barras energéticas*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	7,400	3,700	8,39	3,55
BLOQUE	9	3,467	0,385	0,87	2,46
ERROR	18	7,933	0,441		
TOTAL	29	18,800			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

Los resultados de la evaluación del sabor de las barras energéticas aplicando el diseño de bloques completamente al azar indican que para el tratamiento existen diferencias altamente significativas, por lo que es necesario realizar una prueba de medias a través de la prueba de Tukey. Por el contrario, el bloque no presenta diferencias altamente significativas.

Posteriormente de realizar la prueba de Tukey (Anexo 3) se determinó que la formulación II presenta diferencias altamente significativas respecto a las formulaciones I y III. Sin embargo, no existe diferencias significativas entre las formulaciones I y III, por lo que son iguales. Por lo tanto, la formulación II es la que se destaca en sabor según lo evaluado.

### 2.2.2.4. Evaluación sensorial del color de las barras energética

**Tabla 34**

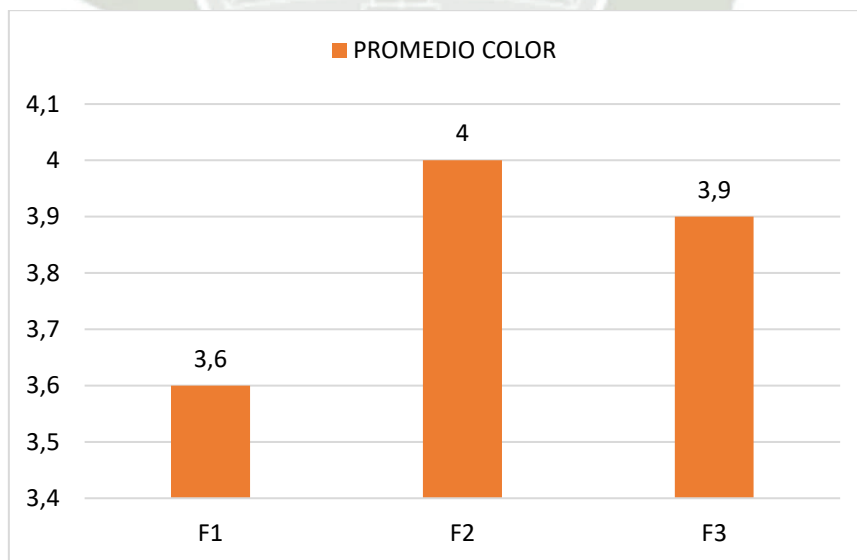
*Resultados de la evaluación del color de las barras energéticas*

PANELISTAS	COLOR		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
1	3	3	4
2	4	5	5
3	4	4	3
4	3	5	5
5	3	5	4
6	4	4	3
7	4	3	4
8	4	3	3
9	3	4	4
10	4	4	4
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,6</b>	<b>4</b>	<b>3,9</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 23**

*Resultados promedio del color de las barras energéticas*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 35**

*Análisis de Varianza: Evaluación del Color de las barras energéticas*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	0,8667	0,4333	0,92	3,55
BLOQUE	9	4,8333	0,5370	1,14	2,46
ERROR	18	8,4667	0,4704		
TOTAL	29	14,1667			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

En los resultados de la evaluación del color de las barras energéticas aplicando el diseño de bloques completamente al azar, se obtuvo que tanto para el tratamiento como para el bloque no existen diferencias altamente significativas.

#### 2.2.2.5. Evaluación sensorial de la aceptabilidad de las barras energética

**Tabla 36**

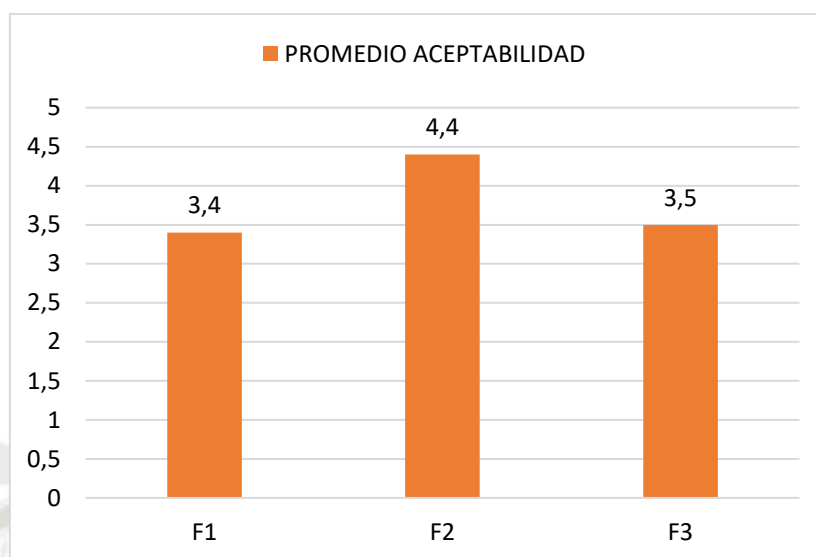
*Resultados de la aceptabilidad de las barras energética*

ACEPTABILIDAD			
PANELISTAS	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
1	4	4	2
2	3	4	4
3	3	5	4
4	4	4	4
5	3	4	2
6	2	5	3
7	3	4	4
8	4	5	3
9	4	4	5
10	4	5	4
<b>PROMEDIO</b>	<b>3,4</b>	<b>4,4</b>	<b>3,5</b>

Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 24**

*Resultados promedio de la aceptabilidad de las formulaciones de barras energéticas*



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Tabla 37**

*Análisis de Varianza: Evaluación de la aceptabilidad de las formulaciones de barras energéticas*

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRO MEDIA	F. CALCULADO	F. TABLA
TRATAMIENTO	2	6,0670	3,0333	5,50	3,55
BLOQUE	9	5,3670	0,5963	1,08	2,46
ERROR	18	9,9330	0,5519		
TOTAL	29	21,3670			

Nota: Elaboración Propia (2025)

### INTERPRETACIÓN

El análisis de varianza realizado para determinar la aceptabilidad de las barras energéticas a través del diseño de bloques completamente al azar demuestra que el tratamiento presenta diferencias altamente significativas, por lo cual se debe hacer una comparación de medias mediante una prueba de Tukey, en cambio el bloque no presenta diferencias altamente significativas.

De acuerdo con la prueba Tukey (Anexo 3), la formulación II presentó diferencias significativas frente a las formulaciones I y III, de tal manera que se distinguió por parte de los panelistas en cuanto a su aceptabilidad. Por otro lado, en la formulación I y III no existen diferencias significativas, por lo que ambas son iguales en aceptabilidad.

### 2.2.2.6. Análisis Proximal de las barras energéticas

**Tabla 38**

*Composición proximal de las barras energéticas*

Parámetro	FORMULACIONES			Unidad
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	
Carbohidratos	58,83	59,17	60,43	%
Cenizas	2,66	2,53	2,01	%
Fibra Cruda	5,27	6,14	5,58	%
Grasa	11,36	9,53	10,87	%
Humedad	6,12	5,08	7,43	%
Proteína	21,03	23,79	19,26	%
Energía	421,68	417,61	416,59	kcal/100g

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

El análisis proximal de las tres formulaciones de barras energéticas muestra diferencias de componentes nutricionales, en cuanto carbohidratos, la formulación 3 (avena) contiene mayor contenido, seguida la Formulación 2 (quinua) y Formulación 1 (kiwicha), sin embargo, la diferencia es mínima e indica un perfil energético similar, lo cual es fundamental para barras energéticas. En cuanto a la proteína muestra mayor variación, donde la formulación 2 destaca notablemente con 23.79%, superando a la Formulación 1 y 3, lo cual representa una ventaja nutricional importante para el consumidor. Respecto al contenido de grasas, Formulación 1 (Kiwicha) presenta el mayor contenido lipídico con 11.36%, luego la Formulación 3(Avena) y por último la Formulación 2(Quinua), dado ello el contenido graso de la kiwicha contribuye en la palatabilidad y al valor energético total de la barra. Además, el contenido de fibra es significativo, ya que la Formulación 2 proporciona el mayor valor, beneficiando a la salud digestiva y puede contribuir a una mayor sensación de saciedad (Márquez & Pretell, 2018). Los resultados de contenido de cenizas, muestra que la Formulación 1 (kiwicha) presenta mayor contenido, por ende, la kiwicha aporta ligeramente más minerales, lo cual puede estar relacionado con su contenido de calcio, hierro y fósforo (Nascimento, 2014; Mmirida-Lopez et al.,2023; Repo-Carrasco et al., 2010). En cuanto a su valor energético sus diferencias son

mínimas, indicando que todas proporcionan un aporte calórico elevado sugerido para barras energéticas.

Un valor importante es el nivel de humedad para la estabilidad del producto, siendo la Formulación 3 (avena) la que presenta mayor humedad con 7.43%, Formulación 1 (Kiwicha) 6.12% y Formulación 2 (Quinua) 5.08%. Es importante mencionar que se partió de materias primas con humedades similares, sin embargo, hubo variaciones de humedad en el análisis proximal de las barras (Tabla 38) se deben a la naturaleza fisicoquímica de los insumos. La mayor humedad en la Formulación 3 se explica por el alto contenido de betaglucanos en la avena, los cuales son polisacáridos con una elevada capacidad de retención de agua (Singla et al., 2024). Asimismo, mientras que la avena en hojuelas posee una estructura densa y fibrosa que retiene el jarabe de yacón en su matriz interna, la cual dificulta la liberación de agua durante el tratamiento térmico, los cereales expandidos (quinua y kiwicha pop) poseen una estructura porosa que facilita la transferencia de masa y la evaporación de agua (Subramani et al., 2023). Respecto a la comparación entre cereales andinos, la Formulación 2 (quinua) tiene menos humedad que la Formulación 1 (kiwicha) en términos de cereales andinos, ya que la quinua pop tiene una porosidad más abierta (Valderrama-Amasifuen et al., 2021), lo cual permite que se pierda la humedad de manera más efectiva durante el horneado. El contenido proteico se eleva debido a la porción más alta de harina de tarwi en la F2 (22.95%), la cual, al interactuar con la matriz de la quinua, crea una estructura que posibilita una deshidratación más homogénea que la formulación 1 de kiwicha.

## DISCUSIÓN

Según los resultados, la formulación F2 basada en quinua resulta ser la mejor opción ya que tiene un excelente perfil nutricional y mejores características sensoriales. Esta formulación presentó un equilibrio de macronutrientes, destacando el contenido proteico más alto con 23.79%, valor que es superior al requerimiento de la norma de 8.5% de proteína (MIDIS, 2022). Este resultado se debe a las propiedades de la quinua como pseudocereal de alto valor nutricional y su combinación con la harina de tarwi, la cual es reconocida por su elevado contenido de proteínas e inclusión de todos los aminoácidos esenciales (Wellesley et al., 2015). Además, el contenido de carbohidratos de la formulación 2 es de 59,17%, un valor elevado. Según Samakradhamrongthai et al. (2021) en su investigación sobre las barras energéticas indican que el contenido de carbohidratos es entre 39.64 y 64.26 g/100g, confirmando que la barra elaborada se encuentra dentro del rango óptimo para barras energéticas.

Un factor determinante en estos productos es la humedad, cuyo resultado de la formulación 2 registró 5.08%, valor que cumple con el límite máximo permitido de 10% (MIDIS, 2022), obteniendo un producto con estabilidad microbiológica y vida útil apropiada.

Cabe destacar los resultados de la evaluación sensorial, confirmaron la superioridad de la Formulación 2, destacando en sabor y aceptabilidad general según los panelistas evaluadores, de acuerdo con Aponte et al. (2023), en su desarrollo de barras energéticas con cultivos andinos, también encontró que los parámetros de aceptabilidad y sabor fueron los que mostraron mejores resultados en la evaluación sensorial y se debe a las características organolépticas neutras y agradables de la quinua.

En cuanto a textura, no se observaron diferencias significativas entre las tres formulaciones. Sin embargo, la Formulación mostró resultados ligeramente menores, lo cual coincide con lo mencionado por Espinoza (2017) quien determinó en su investigación que las barras con mayor contenido de quinua presentan consistencia más blanda y menos adherente debido a que este pseudocereal absorbe el jarabe de manera menos eficiente, resultando en una textura más agradable al consumo. En conclusión, la formulación 2 es la óptima por su perfil nutricional superior, su gran aceptabilidad sensorial, cumplimiento normativo y potencial como producto en el mercado.

## ESTUDIOS MATEMÁTICOS

### Calor Específico de la barra energética:

$$C_p = (1.424 * 0,5917) + (1.549 * 0,2379) + (1.675 * 0,0953) + (0.837 * 0,0253) + (4.187 * 0,0508)$$

$$C_p = 1,61 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C}$$

$$C_p = 0,38 \frac{Kcal}{Kg^{\circ}C}$$

### Transferencia de calor de la barra energética:

$$Q_{barra} = M * C_p * (T_2 - T_1)$$

$$Q_{barra} = 0.03 \frac{kg}{h} \times 0.38 kcal/(kg \cdot ^\circ C) \times (150^\circ C - 25^\circ C)$$

$$Q_{barra} = 1,44 \frac{kcal}{h}$$

### Regresión lineal de la textura de las barras energéticas

Se realizó un análisis de regresión simple para evaluar el efecto de la textura sobre las barras energéticas (Anexo 4). El modelo obtenido fue:

$$\text{TEXTURA} = 10,67 - 0,01 \times \text{FORMULACION}$$

Coefficiente de determinación  $R^2 = 0.0081$

El modelo obtenido no fue estadísticamente significativo y presentó un  $R^2$  ajustado negativo y el  $R^2$  está alejado de 1 por lo que indica que no tiene relevancia para predecir el comportamiento de la variable

## 2.3. Evaluación del producto final

### 2.3.1. Análisis Físico – Organoléptico

**Tabla 39**

*Análisis Físico – Químico en el Producto Final*

DETERMINACIÓN	VALOR	UNIDADES
Azúcares Reductores	12.78	%
Solidos Solubles	36.9	%
Acidez titulable	0.3	Ac. Cítrico g/100cm <sup>3</sup>
pH	5.8	-

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

Los resultados del análisis fisicoquímico de la barra energética muestran características adecuadas, ya que la cantidad de azúcares reductores es un poco más alta que lo reportado por Juliano & Tapia (2020) en su bebida funcional de maracuyá con jarabe de yacón (11.71%), se debe posiblemente a una mayor hidrólisis de fructooligosacáridos durante el tratamiento térmico. Sin embargo, los valores son bajos, lo que permite conservar un perfil de azúcares con

menor impacto glucémico. Asimismo, el contenido de sólidos solubles es coherente con el requisito de humedad máxima del 10% establecido por MIDIS (2022), lo que confirma una buena estabilidad del producto. El valor de acidez titulable obtenido (cumple con el requisito máximo de la NTP 209.266 para cereales tostados y granos andinos (2%), indicando una adecuada calidad del producto. Respecto al pH obtenido fue de 5.8, valor que se encuentra similar a la investigación Pinargote (2019) sobre barras energéticas, donde obtuvo valores entre 4.99 y 5.51, dando un pH favorable a la estabilidad microbiológica del producto.

**Tabla 40**

*Análisis Organoléptico en el Producto Final*

DETERMINACIÓN	VALOR
OLOR	Característico del producto, libre de olores extraños
COLOR	Marrón oscuro
SABOR	Característico del producto, libre de olores extraños

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

Los resultados del análisis organoléptico de la barra energética indican que cumple con las especificaciones del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma de MIDIS (2022) para barras de cereales o leguminosas, ya que el producto no mostró olores y sabores inusuales, demostrando que la formulación preserva la integridad sensorial de las materias primas sin señales de deterioro. El color marrón oscuro que se obtiene es distintivo y se debe al chocolate y al jarabe de yacón. En cuanto al aspecto y textura, la barra energética está exenta de materias extrañas con una textura granulada, crocante y suave, cuya proporción de quinua y tarwi dan la granulosis característica de una barra energética, por lo tanto, es un producto organolépticamente aceptable.

### 2.3.1. Análisis Proximal del Producto Final

**Tabla 41**

*Análisis Químico Proximal en el Producto Final*

ANALISIS	VALOR	UNIDAD
Carbohidratos	59,17	%
Cenizas	2,53	%
Fibra Cruda	6,14	%
Grasa	9,53	%
Humedad	5,08	%
Proteína	23,79	%
Energía	417,61	kcal/100g

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

La barra energética presenta un contenido energético de 417.61 kcal/100g en el análisis químico proximal, este valor es comparable a lo reportado por Maldonado (2021) para las barras energéticas de quinua (409.97 kcal). No obstante, el contenido proteico de 23.79% es el doble del reportado por el autor para las barras de quinua (11.63), ya que se debe a la inclusión de tarwi, una leguminosa que destaca por su elevado aporte proteico. El contenido de fibra del y carbohidratos del producto final se ubica en niveles aceptables para productos energéticos, pero el de grasa tiene un ligero menor valor a lo presentado por Maldonado (2021) para todos los cereales analizados, que oscilaron entre el 10.03% y el 11.19%. Por lo tanto, la barra energética funcional formulada es una alternativa nutricionalmente competitiva, destacando su contenido funcional por su alto valor de proteínas y por utilizar jarabe de yacón como un endulzante natural con propiedades prebióticas.

### 2.3.1. Análisis Microbiológicos

**Tabla 42**

*Análisis Microbiológico en el Producto Final*

ANALISIS	VALOR	UNIDAD
Recuento de Microorganismos aerobios	<10 <sup>3</sup>	Ufc/g
Recuento de Coliformes	<3	NMP/g
Recuento de Levaduras	<10(e)	Ufc/g
Recuento de Mohos	<10(e)	Ufc/g

Nota: Bhios Laboratorio (2025)

Los resultados microbiológicos de la barra energética demuestran que se han seguido los criterios establecidos en la R.M. N° 591-2008-MINSA, ya que el conteo de microorganismos aerobios fue menor a  $10^3$  Ufc/g, cifra que se encuentra debajo del límite máximo permitido por la norma, que es  $10^5$  Ufc/g. El conteo de coliformes fue  $<3$  NMP/g, lo cual cumplió con el límite de 10 NMP/g. Con respecto a las levaduras y los mohos, ambos mostraron cifras  $<10$ (e) Ufc/g, lo cual está muy por debajo del límite máximo de  $10^2$  Ufc/g para los mohos que establece la norma. Por ende, la barra energética formulada es un producto inocuo y microbiológicamente seguro para el consumo humano.

### 2.3.2. Vida Útil del Producto

Se analizó la estabilidad de la barra energética durante un mes bajo tres temperaturas distintas:  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$  y Ambiente. Se analizó varios atributos (peso, acidez y textura) de la barra energética, los resultados específicos de los análisis están detallados en el Anexo 5. Sin embargo, para productos de baja humedad, como las barras energéticas, se ha registrado que la textura (la pérdida de crocancia o el endurecimiento) es el factor físico-sensorial más importante a tener en cuenta para determinar si es aceptable, por ende, la textura fue escogida como el atributo predominante para calcular la vida útil y se modeló su desarrollo a lo largo del tiempo con el fin de conseguir las constantes  $K$  ( $\text{día}^{-1}$ ) que aparecen en la Tabla 43.

La textura fue identificada como un atributo de calidad debido a su relación directa con la aceptabilidad sensorial en productos de baja humedad. En base a la caracterización mecánica de alimentos crujientes realizada por Ginanti et al. (2025), se determinó un límite crítico de 15 % de aumento en la dureza. Este límite determina la pérdida importante de textura que se percibe sensorialmente, por lo tanto, el término de la vida útil del producto debido a rechazo.

**Tabla 43***Tiempo de Vida Útil de la barra energética final*

T(°C)	K (día <sup>-1</sup> )	Vida Útil	
		Días	Meses
15	0,000376	372	12,4
20	0,000565	247	8,2
25	0,000808	173	5,7
30	0,00117	119	4,0
35	0,00169	83	2,8
40	0,00243	58	1,9

Nota: Elaboración Propia (2025)

Se observa que la vida útil de la barra energética es de 173 días (5.7 meses) a 25 °C, está relacionado a su calidad sensorial. En la tabla se observa que la temperatura es el factor de riesgo principal, ya que a cualquier aumento acelera la degradación y acorta la vida útil. Esto es crucial porque, según la NTP 209.226:2023, la barra debe mantener la textura crocante que la caracteriza durante todo ese periodo.

## CONCLUSIONES

1. Se elaboraron barras energéticas funcionales a base de un cereal andino, tarwi (*Lupinus mutabilis*) y jarabe de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), lográndose un producto con alto valor nutricional y gran aceptabilidad sensorial mediante la combinación optimizada de harina de tarwi, quinua inflada como cereal andino y jarabe de yacón concentrado a 66°Brix bajo presión al vacío.
2. Se identificó cada materia prima a través de las características físicas-químicas y química proximal, determinándose que la quinua pop presentó el mayor contenido proteico (16%), seguida de la avena en hojuelas (13.2%) y la kiwicha pop (13.6%). El yacón fresco presentó un elevado contenido de humedad (79.29%) y 12°Brix de sólidos solubles. Todas las materias primas cumplieron con los parámetros fisicoquímicos establecidos en la NTP 209:2023 y presentaron recuentos microbiológicos <10 UFC/g de coliformes totales, garantizando su calidad e inocuidad para la elaboración del producto final.
3. Se determinaron los parámetros óptimos para la concentración del jarabe de yacón en función del rendimiento, tiempo y aceptación sensorial, estableciéndose que la concentración de 66°Brix bajo presión al vacío fue la óptima. Esta condición alcanzó un rendimiento de 15.94%, el tiempo de procesamiento más eficiente (180.88 min) y la mayor preservación de azúcares reductores (37.50%), utilizados como indicador indirecto de la integridad de la inulina. En el aspecto sensorial, el jarabe obtuvo puntuaciones destacadas en sabor (4.6/5), olor (4.5/5) y color (4.4/5), confirmando que a presión al vacío mantiene mejor las propiedades organolépticas
4. Se estableció la formulación óptima de la barra energética funcional a base de cereales andinos, tarwi y jarabe de yacón, siendo la Formulación 2 la más adecuada, compuesta por 22.95% de harina de tarwi, 17% de quinua inflada, 30% de jarabe de yacón concentrado al vacío a 66°Brix. Esta formulación presentó el mayor contenido proteico (23.79%), superando ampliamente el requerimiento mínimo de 8.5% establecido por MIDIS (2022), además de un contenido balanceado de fibra cruda (6.14%), carbohidratos (59.17%), grasa (9.53%) y la mejor aceptabilidad sensorial.
5. Se analizaron las características fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales de la barra energética funcional desarrollada, determinándose una composición de pH 5.8, acidez de 0.3% y 12.78% de azúcares reductores y 36.9% de sólidos solubles, parámetros que garantizan la estabilidad fisicoquímica del alimento. Los análisis

microbiológicos demostraron la inocuidad del producto con recuentos de aerobios mesófilos  $<10^3$  UFC/g, coliformes  $<3$  NMP/g, y ausencia de levaduras y mohos ( $<10$  UFC/g), cumpliendo con la R.M. N° 591-2008/MINSA. Las características organolépticas mostraron color marrón oscuro, sabor y olor característicos del producto sin presencias extrañas, y textura sólida y firme. Adicionalmente, se estimó una vida útil de 5.7 meses a temperatura ambiente.

6. Se evaluó el nivel de aceptación de la barra energética funcional mediante pruebas sensoriales, determinándose que Formulación 2 (quinua) presenta el mayor nivel de aceptación, destacando con puntuaciones de sabor (4.5/5) y aceptabilidad general (4.4/5), diferenciándose significativamente ( $p < .05$ ) de las Formulaciones 1 (kiwicha) y 3 (avena) según la prueba de Tukey. En los atributos de olor y color no se encontraron diferencias significativas entre las tres formulaciones evaluadas, por lo que evidencia su potencial como producto funcional para el consumo humano.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda determinar con precisión la cantidad de inulina o fructooligosacáridos (FOS) en el producto terminado, se sugiere llevar a cabo un análisis directo en la barra energética funcional utilizando técnicas específicas como espectrofotometría o HPLC.
2. Se recomienda hacer uso del bagazo resultante de la extracción del jugo de yacón, analizando su posible empleo como fuente de fibra dietética en la producción de otros alimentos o como componente funcional, con ello se contribuye a la economía circular.
3. Se recomienda sostener rigurosamente la temperatura de horneado a 150°C durante 15 minutos, evitando niveles más altos que puedan descomponer los fructooligosacáridos (inulina) contenidos en el jarabe de yacón.
4. Se recomienda hacer experimentos de escalamiento a nivel industrial y piloto, de tal manera que se realice la optimización de los parámetros de producción, además de un estudio de mercado y un análisis de costos para determinar si el producto es viable desde la perspectiva comercial.
5. Se recomienda el uso de envases individuales tipo flow pack con película trilaminada que proporcionen barrera frente a la humedad, oxígeno y luz con el fin de preservar la calidad del producto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avalo, B., Pérez, S., & Tovar, M. (2009). CARACTERIZACIÓN PRELIMINAR DEL PROCESO DE CONCENTRACIÓN DEL JUGO NATURAL DE NARANJA EN UN EVAPORADOR DE TRES EFECTOS. *Interciencia*, 34(11), 784-790. [https://doi.org/http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442009001100007&lng=es&tlng=es](https://doi.org/http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442009001100007&lng=es&tlng=es).
- Aldaz, A. M., & Tantaléan, M. (2019). *Efecto de la proporción de avena (Avena sativa), cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) y macambo (Theobroma bicolor) en el valor [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Lambayeque. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/4553>
- Aldaz, A., & Tantaleán, M. (2019). *Efecto de la proporción de avena (Avena sativa), cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) y macambo (Theobroma bicolor) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética*. UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO", Lambayeque. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4553>
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E., & Gallagher, E. (2009). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(4), 240-257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09637480902950597>
- Angelov, A., Yaneva-Marinova, T., & Gotcheva, V. (2018). Oats as a matrix of choice for developing fermented functional beverages. *Journal of Food Science and Technology*, 55(7), 2351-2360. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3186-y>
- AOAC. (2000). *Analytical Methods*. 15(8). <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/074823379901500807>
- AOAC 2003.06. (2006). *Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages Randall/Soxtec/Hexanes Extraction-Submersion Method First Action*. [http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=1552](http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=1552)
- AOAC 977.10. (1979). *Moisture in Cacao Products - Karl Fischer Meth.* [https://doi.org/http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=2815](https://doi.org/http://www.aocofficialmethod.org/index.php?main_page=product_info&products_id=2815)
- Aponte, E. (2022). *Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (Chenopodium quinoa), Avena (Avena Sativa) y Amaranto (Amaranthus Caudatus L.)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/items/d1b11a3f-5ea5-4860-8b74-74fa61694121>
- Aponte, E., Franco-Crespo, C., & Jácome, A. (2023, Septiembre). Factibilidad del uso de pseudocereales andinos. *Revista Ciencia UNEMI*, 16(43). <https://doi.org/https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol16iss43.2023pp1-10p>

- Arias, L. S., Ulloa, L. A., Rojas, L. A., & Noboa, T. (2019). Efecto de los alcalioides del lupinus mutabilis sweet sobre los parásitos gastrointestinal en cuyes. *Ciencia Digital*, 3(3), 221-228. <https://doi.org/http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1603>
- Arnoldi, A., Boschin, G., Zanoni, C., & Lammi, C. (2015). The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *18*, 550-563. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.012>
- Arshad, M. K. (2021). Functional Foods and Human Health: An Overview. *IntechOpen*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.99000>
- Atchinson, G., Nevado, B., Eastwood, R., Contreras, N., Reynel, C., Madriñán, S., . . . Hughes, C. (2016). Lost crops of the Incas: Origins of domestication of the Andean pulse crop tarwi, *Lupinus mutabilis*. *American Journal of Botany*, 103(9), 1592-1606. <https://doi.org/https://doi.org/10.3732/ajb.1600171>
- Aydar, E., Tutuncu, S., & Ozcelik, B. (2020). Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects. *Journal of Functional Foods*, 70, 103975. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>
- Basantes-Morales, E. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) production in the Andean region: challenges and potentials. *Journal of Experimental Agriculture International*, 36(6), 1-18. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v36i630251>
- Bastidas, E., Roura, R., Rizzolo, D., & Massanés, T. (2016). Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd), from Nutritional Value to Potential Health Benefits: An Integrative Review. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6, 3. <https://doi.org/https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000497>
- Berghout, J., Boom, R., & Van der Goot, A. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 43, 465-472. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.003>
- Bhargava, A., & Ohri, D. (2016). Origin of genetic variability and improvement of quinoa. *Gene Pool Diversity and Crop*, 241-270. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27096-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27096-8_8)
- Bierhalz Voss, G., Campos, D. A., & Pintado, M. M. (2021). Chapter 11 - Cereal Bars Added With Probiotics and Prebiotics. *Probiotics and Prebiotics in Foods*, 201-217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819662-5.00009-4>
- Boczkowska, M., Podyma, W., & Łapiński, B. (2016). Oat. *Genetic and Genomic Resources for Grain Cereals Improvement*, 159-225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802000-5.00004-6>
- Boukid, F., Rosell, C. M., Rosene, S., Bover-Cid, S., & Castellari, M. (2022). Non-animal proteins as cutting-edge ingredients to reformulate animal-free foodstuffs: Present status and future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(23), 6390-6420. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1901649>
- Bourekoua, H., Djeghim, F., Ayad, R., Benabdelkader, A., Bouakkaz, A., Dziki, D., & Rózyło, R. (2023). Development of Energy-Rich and Fiber-Rich Bars Based on Puffed and

- Noun Puffed cereals. *Processes*, 11(3), 813.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11030813>
- Caballero, L., & Colonia, A. (2018). Yacón como planta promisoría en el manejo de enfermedades. *funandi*, *FUNANDI*, 20, 145-157.
- Caetano, B., De Moura, N., Almeida, A., Dias, M., Sivieri, K., & Barbisan, L. (2016). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food. *Nutrients*, 8(7), 436.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu8070436>
- Calero, J. E., & Lanata, A. S. (2018). *Desarrollo de un alimento dietético funcional tipo barra a partir del yacón (Smallanthus Sonchifolius)*[ Tesis Pregrado, Universidad de Guayaquil]. Biblioteca virtual, Guayaquil, Ecuador.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/33138>
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez Ranilla, L., & Pedreschi, R. (2018). Bioactive Potential of Andean. *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287-343.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Campos-Rodriguez, J., Acosta-Coral, K., & Paucar-Menacho, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209-220. <https://doi.org/https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Cao, Y., Feei, Z., Zhang, H., Jin, Y., Zhang, Y., & Hayford, F. (2018). Phytochemical Properties and Nutrigenomic Implications of Yacon as a Potential Source of Prebiotic: Current Evidence and Future Directions. *foods*, 7(4), 59.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods7040059>
- Cappella, A. N. (Octubre de 2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales saludables nutricionalmente. Mendoza, España.  
[https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf)
- Carbajal-Larenas, F., Linnemann, A., Nout, M. J., Koziol, M., & van Boekel, M. A. (2016). *Lupinus mutabilis*: Composition, Uses, Toxicology, and. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(9), 1454-1487.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2013.772089>
- Carvajal, F. (2013). Managing technological aspects of *Lupinus mutabilis* from a food sovereignty perspective in Ecuador. *Food Quality and Design Food Microbiology*.  
<https://doi.org/10.18174/278660>
- Castro, W., Oblitas, J., Chuquizuta, T., & Avila-George, H. (2017). Application of image analysis to optimization of the breadmaking process based on the acceptability of the crust color. *Journal of Cereal Science*, 74, 194-199.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.002>
- Chavéz, Y. (2024). *Efecto de la sustitución parcial del salvado de avena (Avena sativa) por harina de paleta de tuna (Opuntia ficus-indica) y kiwicha expandida por harina de tarwi (Lupinus mutabilis) sobre las características fisicoquímicas de una barra alimenticia*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/24011/REP\\_YENDER.CHAVEZ\\_CARACTERISTICAS.PSICOQUIMICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/24011/REP_YENDER.CHAVEZ_CARACTERISTICAS.PSICOQUIMICAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Chen, L., Wu, D., Schlundt, J., & Conway, P. (2020). Development of a dairy-free fermented oat-based beverage with enhanced probiotic and bioactive properties. *Frontiers in Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.609734.609734>
- Clavijo, F., Barrera, V. H., Rodríguez, L., Godoy, G., Mosquera, J., & Yáñez, I. (2016). Evaluación del paico *Chenopodium ambrosioides* y chocho *Lupinus mutabilis* Sweet como antiparasitarios gastrointestinales en bovinos jóvenes. *La Granja*, 24(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.08>
- COMEXPERU. (16 de Agosto de 2024). 1 de cada 5 peruanos padece de inseguridad alimentaria grave. *Sociedad de Comercio Exterior del Perú*. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/1-de-cada-5-peruanos-padece-de-inseguridad-alimentaria-grave>
- Crespo-Leiro, M., Barge-Caballero, E., & Muñiz, J. (2021). Importancia de las alteraciones del potasio. Más allá de la insuficiencia cardiaca. *Revista Española de Cardiología*, 74(4), 293-295. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.11.005>
- Delatorre-Herrera, J., Sánchez, M., Delfino, I., & Oliva, M. (2013). La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), un tesoro andino para el mundo. *Idesia (Arica)*, 31(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-34292013000200017>.
- Delgado, N., & Albarracín, W. (2012). Microestructura y propiedades funcionales de harinas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y chachafruto (*Erythrina edulis*). 1, 19. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/1698/169823914135.pdf>
- Dionísio, A., De Carvalho, L., Menezes, N., De Souza, T., Wurlitzer, N., Borges, M., . . . De Figueiredo, R. (2015). Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. *Food Research International*, 77, 171-176. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.020>.
- Espinoza, C., & Herrera, L. (2015). DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS TECNOLÓGICOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN NÉCTAR FUNCIONAL DE AGUAYMANTO (*PHYSALIS PERUVIANA* L.) CON JARABE DE YACÓN (*SMALLANTHUS SHONCHIFOLIA*). UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA, Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/3109>
- Espinoza, M. (2017). Efecto de la proporción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y chía (*Salvia hispanica* L.) en la textura, características físicas y la aceptabilidad general de barras energéticas. Universidad Nacional de Trujillo. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4331dd66-1179-4b7f-95fb-c78616e60875/content>
- FAO. (2011, Julio). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1262d622-2cb6-480a-bdb0-231189581732/content>

- FAO, IFAD, WFP, & WHO. (2024). *The state of Food Security and Nutrition in the World 2024* . <https://doi.org/https://cepes.org.pe/wp-content/uploads/2024/07/cd1254en-1.pdf>
- Ferranti, P., & Velotto, S. (2023). Oats for Sustainable Production of Foods. *Sustainable Food Science - A Comprehensive Approach*, 2, 54-65. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823960-5.00028-7>
- Filho, A., Ribeiro, M., Da Silva, J., Pinheiro, H., Paes, J., & Dos Reis, J. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(8), 1618-1630. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. (02 de Junio de 2025). Tamaño del mercado funcional de alimentos y bebidas, participación e análisis de la industria, por tipo (cereales y granos funcionales, productos lácteos funcionales, productos de panadería funcionales, grasas y aceites funcionales y otros alimentos funci. <https://www.fortunebusinessinsights.com/es/functional-foods-market-102269>
- Franco, B., Centeno, A., Fernandes, L., Greque, M., & Duarte, T. (2020). Snack bars enriched with Spirulina for schoolchildren nutrition. *Food Science and Technology (Campinas)*, 40, 146-152 . <https://doi.org/10.1590/fst.06719>
- Gabur, I., & Simioniuc, D. (2023). Pearl lupin (*Lupinus mutabilis*): a neglected high protein and oil content crop. *Neglected and Underutilized Crops*, 16, 413-436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90537-4.00015-6>
- Gálvez Ranilla, L., Genovese, M., & Lajolo, F. (2009). Isoflavones and antioxidant capacity of Peruvian and Brazilian lupin cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(5), 397-404. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfca.2008.06.011>
- Gamboa, C., Van, G., & Maertens, M. (2018). Smallholders Preferences for Improved Quinoa Varieties in the Peruvian Andes. *Sustainability*, 10, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su10103735>
- Gaspar , P. L., & Quintana, A. L. (2017). *Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sacha inchi (Plukenetia vollubilis) y jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)[ Tesis Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion ]*. Repositorio Intitucional UNDAC, La Merced, Chanchamayo, Perú. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1013>
- Genta, S., Cabrera, W., Grau, A., & Sanchez, S. (2005). Subchronic 4-month oral toxicity study of dried Smallanthus sonchifolius (yacon) roots as a diet supplement in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 43(11), 1657-1665. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.05.007>
- Genta, S., Cabrera, W., Habib, N., Pons, J., Manrique, I., Grau, A., & Sánchez, S. (2009). Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clinical Nutritio*, 28(2), 182-187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clnu.2009.01.013>
- Getaneh, F., Forsido, S., Yetenayet, B., Addisu, A., Minbale, A., & Endale, A. (2021). raditional food processing practices of oats (*Avena sativa*) and its contribution to food

- security in Gozamin district of northwest Ethiopia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 21(5), 18083–18100. <https://doi.org/10.18697/ajfand.100.19810>
- Ginanti, D., Saptaji, K., Hastuty, S., & Triawan, F. (2025). Mechanical Characterization of Crispness in Dry Foods via Multi Specimen Compression Testing. *Sustainable in Energy Science and Technology*, 1(1), 32-46. <https://doi.org/https://doi.org/10.51510/siest.v1i1.2575>
- Gomes da Silva, M., Dionísio, A., Pinto de Abreu, F., Oliveira, C., Alexandre, L., Sousa, E., & et al. (2018). Optimization of enzymatic treatment to produce yacon juice clarified by microfiltration with high levels of chlorogenic acid and fructooligosaccharides. *Food Processing and Preservation*, 42(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfpp.13641>
- González-García, S., Esteve-Llorens, S., Moreira, M., & Feijoo, G. (2018). Carbon footprint and nutritional quality of different human dietary choices. *Science of The Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.339>
- Grau, A., & Sørensen, M. (2025). Traditional uses, processes, and markets: the case of Yacon (*Smallanthus sonchifolius* [Poepp.] H. Rob.). *Traditional Starch Food Products*, 4, 313-323. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90844-3.00021-4>
- Gross, R., Von Baer, E., Koch, F., Marquard, R., Trugo, L., & Wink, M. (1988). Chemical composition of a new variety of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* cv. Inti) with low-alkaloid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 1(4), 353-361. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0889-1575\(88\)90035-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0889-1575(88)90035-X)
- Guevara, S. (2024). *Barras nutritivas con granos andinos del Ecuador*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ambato. <https://repositorio.puce.edu.ec/bitstreams/5e355aba-8850-4902-8da6-714237df96e3/download>
- Gunness, P., Michiels, J., Vanhaecke, L., De Smet, S., Kravchuk, O., & Van de Meene, A. (2016). Reduction in circulating bile acid and restricted diffusion across the intestinal. *Faseb J*, 30(12), 4227-4238. <https://doi.org/10.1096/fj.201600465R>
- Han, S., Zhang, R., Hui, G., Yang, J., Zhang, W., & Qin, L. (2019). Oat fiber inhibits atherosclerotic progression through improving lipid metabolism in ApoE<sup>-/-</sup> mice. *Journal of Functional Foods*, 56, 14-20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.046>
- Hermann, M., Freire, I., & Pazos, C. (1997). Compositional diversity of the yacon storage root. *International Potato Center (Centro Internacional de la Papa) (CIP)*, 98, 425-432. <https://doi.org/https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20000709761>
- Hincho, R., & Llacho, K. (2015). Aceptabilidad y valor nutricional de una barra nutritiva. Arequipa, Perú. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/457>
- Ingredion. (2024). Maximiza el valor de marca con formulaciones que respondan a las tendencias de los consumidores en 2024. <https://www.ingredion.com/sa/es-co/be-whats-next/2023-consumer-food-preference-trends.html>

- Jacobsen, S., Mujica, A., & Ortiz, R. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum*, 13(36), 14 - 24. <https://www.redalyc.org/pdf/705/70503603.pdf>
- Jacobsen, S.-E., & Mujica, A. (2006). El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 458-482. <https://doi.org/https://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf>
- Jimoh, M., Afolayan, A., & Lewu, F. (2019). Therapeutic uses of *Amaranthus caudatus* L. *Tropical Biomedicine*, 36(4), 1038–1053. <https://doi.org/https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33597473>
- Joyce, S., Kamil, A., Fleige, L., & Gahan, C. (2019). The Cholesterol-Lowering Effect of Oats and Oat Beta Glucan: Modes of Action and Potential Role of Bile Acids and the Microbiome. *Front. Nutr.*, 6, 171. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00171>
- Juliano, B., & Tapia, V. (2020). *Elaboración de una bebida funcional de maracuyá (PASSIFLORA EDULIS), edulcorado con jarabe de Yacón (SMALLANTUS SONCHIFOLIUS)*. Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9907>
- Khairnar, S., Rudrapal, M., Ahire, E., Jagtap, M., & Kshirsagar, S. (2023). Role of Functional Foods in Cardiovascular Diseases. *Apple Academic Press*, pp. 119–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781003395737-7>
- Klerks, M., Román, S., Verkerk, R., & Sanchez-Siles, L. (2022). Are cereal bars significantly healthier and more natural than chocolate bars? A preliminary assessment in the German market. *Journal of Functional Foods*, 89, 104940. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104940>
- Kurlovich, B. (2002). *Lupins: Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding*. Intan. <https://doi.org/https://books.google.com.pe/books?id=gObCswRkeOUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Lagacé, L., Camara, M., Martin, N., Ali, F., Houde, J., Corriveau, S., & Sadiki, M. (2019). Effect of the new high vacuum technology on the chemical composition of. *Heliyon*, e01786. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01786>
- Lammi, C., Aiello, G., Vistoli, G., Zanoni, C., Arnoldi, A., Sambuy, Y., . . . Ranaldi, G. (2016). A multidisciplinary investigation on the bioavailability and activity of peptides from lupin protein. *Journal of Functional Foods*, 24, 297-306. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.04.017>
- Lim, T. (2012). *Avena Sativa*. Edible Medicinal and Non Medicinal Plants. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26065-5>
- Liu, G., Li, J., Shi, K., Wang, S., Chen, J., Liu, Y., & Huang, Q. (2009). Composition, secondary structure, and self-assembly of oat protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4552–4558. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf900135e>

- Llacho, M., Hincho, R. R., Rodríguez, J. L., & Barreto, F. (2017). Aceptabilidad y valor nutricional de una barra nutritiva a base de harina de tarwi, kiwicha expandida y harina de trigo, Arequipa. *Revista de Investigación Científica Cultura Viva Amazónica*. <https://revistas.upp.edu.pe/index.php/RICCVVA/article/view/11>
- Loskutov, I., & Rines, H. (2011). Avena. In: Kole, C. (eds) *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, 109-183. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-14228-4\\_3](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-14228-4_3)
- Maldonado, P. (2021). *Barras energéticas a base de cereales*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/d8338111-99b0-4e71-b67e-3b3cc6ea8bcf>
- Mamani, P., & Calisaya, J. J. (2018). El tarwi y otras legumbres como alternativas para recuperar los suelos y mejorar el sistema de rotación de cultivos de regiones andinas semiáridas de Cochabamba. 57. <https://doi.org/https://cifumss.agro.bo/rev-agric/pdf/rev57/rev57-11.pdf>
- Manrique, I., Párraga, A., & Hermann, M. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y procedimiento*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP). [https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe\\_Yacon.pdf](https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/1919-Jarabe_Yacon.pdf)
- Manzoor, A., Nabi, A., Shiekh, R., Dar, A., Usmani, Z., & Ahmad, S. (2022). Phytates. <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781003178446-2>
- Márquez, L., & Pretell, C. C. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 1692-3561. <https://doi.org/https://doi.org/10.18684/bsaa.16n2.1167>
- Mehta, B., & Jood, S. (2018). Anti-Nutritional Factors and Mineral Content of Different Oat (Avena sativa L.) Varieties. *Food Science Research Journal*, 9(1), 117-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.15740/HAS/FSRJ/9.1/117-120>
- Mendes, A. H. (2019). Sensory acceptance and characterization of yoghurt supplemented with yacon syrup and cashew apple extract as a source of bioactive. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2018153. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1981-6723.15318>
- Meydani, M. (2009). Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutr. Rev.*, 67, 731–735. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x>
- Miano, A. C., García, J. A., & Duarte, P. E. (2015). Correlation between morphology, hydration kinetics and mathematical models on Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) grains. *LWT - Food Science and Technology*, 61(2), 290-298. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.032>
- MIDIS. (2022). BARRA DE CEREALES Y/O LEGUMINOSAS. En N° D000347-2022. <https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2023/8-BARRA-DE-CEREALES-YO-LEGUMINOSASFF.pdf?v=2.0>

- Miele, N., Puleo, S., & Di Monaco, R. (2021). Sensory profile of protected designation of origin water buffalo ricotta cheese by different sensory methodologies. *Journal of Sensory Studies*, 36(3). <https://doi.org/10.1111/joss.12648>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Producción y comercio del Tarhui*. <https://doi.org/https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1398/1/Producci%C3%B3n%20y%20comercio%20del%20Tarhui.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, & Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2023). Catálogo de yacón del Banco de Germoplasma del INIA. Lima, Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.13036/1549>
- Ministerio De Salud. (Septiembre de 2024). Informe: Estado Nutricional de niños menores de cinco años que acceden a los establecimientos de salud del Ministerio de Salud. Informe Gerencial Nacional- Primer Semestre 2024. pág. 15. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7025536/6049896-informe-gerencial-sien-his-ninos-primer-semester-2024-base-datos-his.pdf>
- Ministerio de Salud del Perú. (2017). Tablas Nutricionales de Composición de Alimentos. Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4565836/Tablas-peruanas.pdf?v=1684253633>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *INEA*. Contexto Nacional: <https://sinia.minam.gob.pe/inea/informe/contexto-nacional/>
- MINSA. (4 de marzo de 2023). Minsa: nutricionistas advierten que 7 de cada 10 peruanos sufre de exceso de peso. *Gob.pe*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/720469-minsa-nutricionistas-advierten-que-7-de-cada-10-peruanos-sufre-de-exceso-de-peso>
- Mmirida-Lopez, J., Pmireserva, S., Bergenstahl, B., Puhagen, J., & Rojas, C. (2023). Nutritional Composition of Six Amaranth (*Amaranthus caudatus*) Andean Varieties. *crops*(3), 78-87. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/>
- Mogro Velasquez, G. (2014). *EXTRACCION DE INULINA A PARTIR DEL YACON*. Repositorio UAJMS. <https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/281>
- Mogro Velásquez, G. (2014). *EXTRACCION DE INULINA A PARTIR DEL YACON*. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO, Bolivia. <https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/281/251>
- Mohyuddin, S., Riaz, A., Qamar, A., Ali, S., & Hu, C. (2019). Quinoa is beneficial to the comprehensive nutritional value of potencial health. *Pakistan Journal of Science*, 2(71), 69-74. <https://doi.org/10.57041/pjs.v71i2.272>
- Mordor Intelligence. (2020). *Cereal bar market - Growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts(2021-2026)*. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/cereal-bar-market>.
- Mustafa, A., Seguin, P., & Gélinas, B. (2011). Chemical composition, dietary fibre, tannins and minerals of grain amaranth genotypes. *Int J. Food Sci. Nutr.*, 62(7), 750-754. <https://doi.org/https://doi.org/10.3109/09637486.2011.575770>

- Naciones Unidas. (s.f.). Objetivo 2: Poner fin al hambre: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nascimento, A. M. (2014). Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food Chemistry*, 148, 420-426. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155>
- National Research Council. (1989). *Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation*. [https://doi.org/https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jMlxpytjZq0C&oi=fnd&pg=PR11&ots=N0yh39855X&sig=AM-6dnYPZVwIrh0Xxq-SRQu8u9M&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://doi.org/https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=jMlxpytjZq0C&oi=fnd&pg=PR11&ots=N0yh39855X&sig=AM-6dnYPZVwIrh0Xxq-SRQu8u9M&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Ninaquispe, V. (2013). Secado del tarwi (*Lupinus mutabilis*) por combinación de microondas y aire caliente. *Agroindustrial*, 3(2), 147 - 154. <https://doi.org/https://doi.org/10.17268/agroind.science.2013.02.08>
- Nowak, V., Du, J., & Charrondièrre, R. (2016). Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd. *Food Chemistry*, 193, 47-54. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>
- Nyonje, W., Makokha, A., & Abukutsa-Onyango, M. (2014). Anti-Nutrient, Phytochemical and Antiradical Evaluation of 10 Amaranth (*Amaranthus* spp.) Varieties Before and After Flowering. *The Journal of Agricultural Science*, 6(4), 68. <https://doi.org/https://doi.org/10.5539/JAS.V6N4P68>
- Obraztsova, S., Bondareva, O., & Свиридова, Т. (2023). Selection of a multienzyme complex to reduce the content of anti-nutrients in the green mass of amaranth. 85(3), 106-112. <https://doi.org/https://doi.org/10.20914/2310-1202-2023-3-106-112>
- Organización Mundial de la Salud. (2022). *Portal de datos sobre enfermedades no transmisibles*. <https://doi.org/https://ncdportal.org/>
- Parra-Gallardo , G., Salas-Sanjuán, M., Del Moral , F., & Valenzuela, J. L. (2024). Characterising the Nutritional and Alkaloid Profiles of Tarwi. *Agriculture*, 14, 1812. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture14101812>
- Parra-Gallardo, G., Quimbiulco-Sánchez, K., Salas-Sanjuán, M., Del Moral, F., & Valenzuela, J. (2023). Alternative Development and Processing of Fermented Beverage and Tempeh Using Green Beans from Four Genotypes of *Lupinus mutabilis*. *Fermentation*, 9(7), 590. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/fermentation9070590>
- Pazyar, N., Yaghoobi, R., Kazerouni, A., & Feily, A. (2012). Oatmeal in dermatology: A brief review. *Indian J Dermatol Venereol Leprol*, 78(2), 142-5. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.93629>
- Pedreschi, R., Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., & Cisneros-Zevallos, L. (2003). Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51. <https://doi.org/https://doi.org/10.1021/jf0344744>

- Penaforth, G. N., G. N., Alves Lima, G., Leite da Silva, F., & Gaia Machado, A. R. (2024). Elaboración de barra de cereal para auxilio no tratamento do diabetes mellitus tipo 2 em adultos. *17(6)*, e5292. <https://doi.org/https://doi.org/10.54751/revistafoco.v17n6-005>
- Pinargote, E. (2019). *NIVELES DE MIEL DE ABEJA EN LA ELABORACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS*. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/38d47a1d-9ada-421b-88dc-c293a23cc689/content>
- PromPeru. (s.f.). *Superfoods*. Super Tarwi: <https://sites.peru.info/es-pe/superfoods/detalle/super-tarwi>
- Punia, S., Singh, K., Bala Dhull, S., Kumar Siroha, A., Singh Purewal, S., Kaur, M., & Kashif Kidwai, M. (2020). Oat starch: physico-chemical, morphological, rheological characteristics and its applications-A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, *154*, 493-498. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.083>
- Purohit, P., Rawat, H., Verma, N., Mishra, S., Nautiyal, A., Bhatt, S., . . . Rawal, P. (2023). Analytical approach to assess anti-nutritional factors of grains and oilseeds: A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100877>
- Ramos, A. L. (2016). Hydration kinetics of four quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, *3(1)*, 23-33. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23850/24220582.348> Recibido: 13.08.2016
- Ramzan, A., & Rehman, R. (2020). *Amaranthus caudatus* L. as a Potential Bioresource for Nutrition and Health. *Springer, Cham*, 241-256.
- Rasane, P., Rasane, P., Jha, A., Sabikhi, L., Kumar, A., & Unnikrishnan, V. (2015). Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. *J Food Sci Technol*, *52(2)*, 662-75. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1072-1>
- Repo-Carrasco, V., Ritva, A., Encina, C., Binaghi, M., Greco, C., & De Ferrer, P. (2010). Effects of roasting and boiling of quinoa, kiwicha and kañiwa on composition and availability of minerals in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *90(12)*, 2068 - 2073. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4053>
- Reyna, N., Moreno, R., Mendoza, L., Parra, K., Linares, S., Reyna, E., & Cámara, F. (2016). Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad. *Nutrición Hospitalaria*, *33(2)*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.20960/nh.122>
- Ruiz, K., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I., Antognoni, F., Martínez-Mosqueira, E., . . . Bazile, D. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *34(2)*, 349-359. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13593-013-0195-0>
- Samakradhamrongthai, R. S., Jannu, T., & Renaldi, G. (2021). Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. *Heliyon*, *7(8)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07776>

- Sánchez Cáceres, I. (2023). *Formulacion de una barra nutritiva a base de kiwicha (amaranthus caudatus), linaza (linum usitatissimum) y tarwi*. Repositorio Institucional UNFV, Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/9016>
- Sánchez Pereda, E. (2023). *Efecto de la quinua expandida (Chenopodium quinoa), harina de tarwi (Lupinus mutabilis), salvado de avena (Avena Sativa) y arándano (Vaccinium corymbosum) deshidratado sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad de una barra alimenticia*. Repositorio Latinoamericanos, Trujillo, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/17891>
- Sang, S., & Chu, Y. (2017). Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Mol. Nutr. Food Res*, 61, 7. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201600715>
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). El yacón: Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Lima, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. [https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)
- Shapiro, R. (2022). Nutraceutical and Functional Properties of the Andean Grain Amaranthus caudatus L. *CRC Press eBooks*, 179-194. <https://doi.org/10.1201/9781003173991-15>
- Shinde, S., Hengne, A., & Rode, C. (2020). Lignocellulose-derived platform molecules: An introduction. *Biomass, Biofuels, Biochemicals*, 1-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64307-0.00001-9>
- Showkat, S., & Skuast-K. (2020). Antioxidant and Anti-diabetic Potential of Nutraceutical Rich Amaranthus caudatus. 8(3), 140-148. <https://doi.org/https://doi.org/10.18782/2582-2845.8078>
- Singh, N. (2024). Functional Foods. 1, 155-178. <https://doi.org/https://doi.org/10.58532/nbennurdsch16>
- Singh, P., Kumar, S., Kundu, A., Grover, M., & Saha, S. (2025). Role of fructooligosaccharides in promoting beneficial gut bacteria: A Prebiotic perspective. *Food Bioscience*, 105726. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105726>
- Singla, A., Gupta, O., & Sagwal, V., Kumar, A., Patwa, N., Mohan, N., Ankus. (2024). Beta-Glucan as a Soluble Dietary Fiber Source: Origins, Biosynthesis, Extraction, Purification, Structural Characteristics, Bioavailability, Biofunctional Attributes, Industrial Utilization, and Global Trade. *Nutrients*, 900(6), 16. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu16060900>
- Sirohi, M., & Singh, S. (2024). Role of functional foods in human health: an overview. 3, 237-250. <https://doi.org/https://www.doi.org/10.58532/V3BCAG12P2CH8>
- Son, A. M., Pirozi, M. R., Borges, J. T., Pinheiro, H. M., Chaves, J. B., & Coimbra, J. S. (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. *Critical Reviews in Food Science and*, 57(8), 1618-1630. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.1001811>
- SPDA. (27 de Octubre de 2018). *Agrobiodiversidad Riqueza Alimenticia y Desnutrición*. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental: [https://www.actualidadambiental.pe/riquezaalimenticia/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.actualidadambiental.pe/riquezaalimenticia/?utm_source=chatgpt.com)

- Spehar, R., Leite, D., & Lara, W. (2003). Amaranth BRS Alegria: alternativa para diversificar os sistemas de produção. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 38. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003000500015>
- Storz, M., & Iraci, F. (2020). Short-Term Dietary Oatmeal Interventions in Adults With Type 2 Diabetes: A Forgotten Tool. *Can J Diabetes*, 44(4), 301-303. <https://doi.org/10.1016/j.jcjd.2019.08.020>
- Subramani, D., Kumaraguruparaswami, M., Tamilselvan, S., & MURUGESAN, M. (2023). PROCESSING, CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS OF EXPANDED GRAINS. *Food Technology*, 1(47), 195-218. <https://doi.org/https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2023.1.13>
- USDA. (2019). *Department of agriculture, agricultural research service. FoodData central, oat*. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1101825/nutrients> .
- USDA. (2019, 4 1). *U.S. Department of Agriculture. Amaranth grain, uncooked*: <https://fdc.nal.usda.gov/food-details/170682/nutrients>
- USDA. (28 de 10 de 2022). *Oats, whole grain, rolled, old fashioned*. <https://doi.org/https://fdc.nal.usda.gov/food-details/2346396/nutrients>
- Valadez-Vega, C., Lugo-Magaña, O., Figueroa-Hernández, C., Bautista, M., Betanzos-Cabrera, G., Bernardino-Nicanor, A., . . . Alonso-Villegas, R. (2022). Effects of Germination and Popping on the Anti-Nutritional Compounds and the Digestibility of *Amaranthus hypochondriacus* Seeds. *Foods*, 11(14). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11142075>
- Valderrama-Amasifuen, F., Arteaga, H., Flores, A., Obregón, J., & Barraza-Jáuregui, G. (2021). Snacks a base de maíz morado, quinua y kiwicha. Características físicas y sensoriales. *International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*(21-23). <https://doi.org/https://laccei.org/LACCEI2021-VirtualEdition/meta/FP569.html>
- Van Den Broeck, H., Londono, D., Timmer, R., Smulders, M., Gilissen, L., & Van der Meer, I. (2015). Profiling of Nutritional and Health-Related Compounds in Oat Varieties. *Foods*, 5(1), 2-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods5010002>
- Vargas, P., Arteaga, R., & Cruz, L. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. *Centro Azucar*, 46, 89-100. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-48612019000400089&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612019000400089&lng=es&nrm=iso). Epub 01-Dic-2019. ISSN 2223-4861.
- Venegas, O., Pérez, D., & Ochoa, M. (2024). PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA HARINA DE AVENA. *Ciencia y Tecnología de Alimento*, 19(2), 33-41. <https://doi.org/https://revcital.iiiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/699>
- Villacrés, E., Allauca, V., Peralta, E., Insuasti, G., Álvarez, J., & Quelal, M. (2015). Germination, an effective process to increase the nutritional value and reduce non-nutritive factors of lupine grain (*Lupinus mutabilis* Sweet). *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 5(4), 163-168. <https://doi.org/10.5923/j.food.20150504.01>

- Villafuerte, J., Coloma, C., Gómez, L., Enríquez, M. Á., & Chávez, J. F. (1 de Enero de 2025). Healthy eating and nutrition, a review of the theoretical aspects of a healthy diet. *AG Salud*, 3. <https://doi.org/https://doi.org/10.62486/agsalud2025112>
- Wellesley, L., Happer, C., & Froggatt, A. (2015). *Changing Climate Changing Diets Pathways to Lower Meat Consumption*. Chatham House. [https://doi.org/https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/CHHJ3820%20Diet%20and%20climate%20change%2018.11.15\\_WEB\\_NEW.pdf](https://doi.org/https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/CHHJ3820%20Diet%20and%20climate%20change%2018.11.15_WEB_NEW.pdf)
- WHO/FAO/UNU. (2007). *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition*. World Health Organization. [https://doi.org/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO\\_TRS\\_935\\_eng.pdf;jsessionid=12A9F5A9F1EBE009CD75AD4F040B8FB5?sequence=1](https://doi.org/https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43411/WHO_TRS_935_eng.pdf;jsessionid=12A9F5A9F1EBE009CD75AD4F040B8FB5?sequence=1)
- Wiyono, S., Fachry, M., Abdullah, S., & Sidik, D. (2021). The Effect of Vacuum Pressure on the Quality of. *Advances in Engineering Research*, 210. <https://doi.org/http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.
- Xavier, J., Bernardes de Andrade,, D., Correa de Souza, D., Castanheira , G., Vilela , L., & Mendes , R. (2019). Morphological, chemical and physiological characterization of Amaranthus spp. Seeds. *Journal of Seed Science*, 41(4), 478-487. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n4226286>
- Yábar, E., Pedreschi, R., Chirinos, R., & Campos, D. (2011). Glucosinolate content and myrosinase activity evolution in three maca (*Lepidium meyenii* Walp.) ecotypes during preharvest, harvest and postharvest drying. *Food Chemistry*, 127(4), 1576-1583. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.021>
- Zhen, H., Qian, H., Liu, X., & Tan, C. (2024). Fructooligosaccharides for Relieving Functional Constipation: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Foods*, 13(24), 3993. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13243993>

## ANEXOS

### Anexo 1: Planteamiento operacional

#### Ubicación espacial y temporal

La investigación se desarrolló en la ciudad de Arequipa, en los Módulos Productivos de la carrera profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria ubicados en el Parque Industrial sede de la Universidad Católica de Santa María. Se llevó a cabo la caracterización de la materia prima, las pruebas experimentales, análisis y evaluaciones de las variables durante un periodo de 4 meses.

#### Estrategia de recolección de datos

La recolección de datos se realizó de manera sistemática mediante la observación y medición de las propiedades fisicoquímicas y nutritivas de las barras energéticas funcionales creadas. Se llevaron a cabo pruebas experimentales para encontrar la concentración óptima de jarabe de yacón con sus respectivos parámetros y la combinación adecuada de los ingredientes principales mediante el programa Solver (Microsoft Excel). Además, se efectuaron análisis nutricionales detallados y evaluaciones sensoriales por parte de un grupo de personas para evaluar el nivel de aceptación del producto. Posteriormente, los datos recopilados fueron organizados y analizados utilizando el programa Minitab y Microsoft Excel para crear tablas detalladas y representaciones visuales para la visualización de los resultados y la identificación de las formulaciones más adecuadas. Este enfoque aseguró una recopilación precisa y eficiente de datos, lo que a su vez mejoró la validez de los resultados de la investigación.

#### Materias primas e insumos

- **Tarwi**

Fue su presentación en forma de harina elaborada exclusivamente con granos de tarwi desamargados de la marca Kera Superfoods, reconocida por su alta calidad.

- **Avena en Hojuelas**

El producto se presentó en forma de hojuelas sin gluten de la marca La Purita.

- **Quinua**

La quinua pop de la marca Productos Andinos se compró en supermercados o tiendas especializadas en productos naturales.. Se eligió esta marca por ser confiable y tener un empaque adecuado que mantiene la calidad del producto.

- **Kiwicha inflada**  
El producto es kiwicha conocido como kiwicha pop. Se consiguió de la marca Productos Andinos en el supermercado Tottus.
- **Yacón**  
El yacón se adquirió en la Feria del Altiplano en Arequipa, lugar donde se encontró gran variedad de tubérculos.
- **Mantequilla de maní**  
La mantequilla de maní de la marca Spread, que se compró en el supermercado Plaza Vea. Vino en un envase de vidrio apto para ser consumido.
- **Chía**  
Las semillas de chía fueron adquiridas envasadas de la tienda de Más ventas ubicada en la ciudad de Arequipa.
- **Extracto de Almendras**  
El extracto de almendra, más conocido como bebida vegetal de almendra de la marca Laive de 946 ml, se compró en cualquier supermercado de la ciudad.
- **Almendras**  
Las almendras se adquirieron en la tienda Más ventas en Arequipa. Vino envasado por la misma marca de especería de Más ventas, garantizando su calidad
- **Chocolate alto en cacao**  
El Chocolate alto en cacao sin azúcar marca Orquídea, fue adquirido envasado en presentación de barra de 90g de la cadena de supermercados Plaza Vea
- **Stevia**  
Fue adquirida de la marca NutraStevia en su presentación en polvo sin ningún endulzante artificial añadido.

## Equipos, materiales de laboratorio y reactivos

**Tabla 44**

*Requerimiento de equipos y reactivos para la investigación*

Equipos	Especificaciones Técnicas
Estufa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: IsoLab</li> <li>• Rango de temperaturas ajustables: 30°C a 250°C</li> <li>• Volumen: 53L</li> <li>• Interior: 400 x 400 x 330 mm</li> <li>• Máx. carga de la cámara del equipo: 80Kg</li> <li>• Carga máx. por inserción: 20Kg</li> <li>• Interior de Acero Inoxidable</li> </ul>
Balanza Analítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Sartorius</li> <li>• Modelo: TE214S</li> <li>• Legibilidad: 0.1 mg</li> <li>• Capacidad de pesaje: 210 gr.</li> <li>• Reproducibilidad: 0.1 mg (+/-)</li> <li>• Linealidad: 0.2 mg</li> </ul>
Balanza para determinación de humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Kern</li> <li>• Modelo: DBS</li> <li>• Capacidad: Máximo 60 gramos</li> <li>• Luz halógena de vidrio de cuarzo 400 vatios</li> </ul>
Balanza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Ohaus</li> <li>• Modelo: Pionner</li> <li>• Capacidad: 1620 gr.</li> <li>• Legibilidad: 0.01 gr.</li> </ul>
Refractómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Abbe</li> <li>• ° Brix De baja: 0-100</li> <li>• Precisión: ±0.5° Brix</li> </ul>

Extractor de Jugos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero inoxidable</li> <li>• Potencia:700W</li> </ul>
Horno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: NOVA</li> <li>• Modelo: Maxito 6B</li> <li>• Peso:330kg</li> </ul>
Cocina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo: Industrial</li> <li>• Tipo de asa: De acero inoxidable soldadas</li> <li>• Material: Acero inoxidable grado alimentario (AISI 304 o 316)</li> <li>• Espesor del material: 1.5 - 2.5 mm</li> </ul>
Rotavapor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: Vidrio borosilicato o acero inoxidable</li> <li>• Control: Termostato analógico <math>\pm 2^{\circ}\text{C}</math></li> <li>• Motor: 40-60W, corriente continua</li> <li>• Eje de rotación: Teflón o vidrio borosilicato</li> </ul>
Reactivos	<p>Ácido Ascórbico (1.5%) Hipoclorito de sodio</p>

**Tabla 45**

*Requerimiento de material de laboratorio y material adicional*

<b>Material de laboratorio</b>	<b>Especificaciones</b>
Varilla de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Precicolor</li> <li>• Material: Vidrio</li> </ul>
Termómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: BOECO</li> <li>• Rango: <math>-10^{\circ}\text{C}</math> a <math>150^{\circ}\text{C}</math></li> </ul>

Cronómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolución: 1/100 de segundo (0.01s) o 1/1000 de segundo (0.001s)</li> <li>• Exactitud: <math>\pm 0.02\%</math> por hora típicamente</li> </ul>
Matraz Erlenmeyer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Duran</li> <li>• Material: Vidrio</li> <li>• Capacidad: 500ml</li> </ul>
Beakers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Duran</li> <li>• Material: Vidrio</li> <li>• Capacidad: 1000ml</li> </ul>
Pipeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marca: Precicolor</li> <li>• Material: Vidrio</li> <li>• Volumen: 0.5 ml, 1 ml, 2 ml</li> </ul>
Probeta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del producto: VOLAC FORTUNA</li> <li>• Volumen y graduación: 500 ml: 5,0 ml.</li> <li>• Característica: Base hexagonal.</li> <li>• Característica adicional: forma alta</li> <li>• Color de gradación: gradación azul</li> <li>• Materiales: Fabricado en vidrio de borosilicato.</li> </ul>
Cronómetro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Precisión: 1/100 segundos</li> <li>• Rango de medición: 0 a 99 horas, 59 minutos, 59 segundos</li> <li>• Alimentación: Batería tipo botón</li> </ul>

Material Adicional	Especificaciones
Tela de Organza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones: Rollo de 1 m x 50 m</li> <li>• Color: Blanco translúcido</li> </ul>
Pelador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manual</li> <li>• Pelador de hoja fija</li> <li>• Mango de madera ergonómica</li> </ul>
Mallas de acero inoxidable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de poro: 60 micrones (0.06 mm)</li> <li>• Material: Acero inoxidable AISI 304 o 316</li> </ul>
Bolsas Zip lock	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: Polietileno de grado alimentario</li> <li>• Grosor: Mínimo 2-3 milésimas de pulgada para durabilidad</li> <li>• Dimensiones: 15 cm x 10 cm</li> <li>• Tipo de cierre: Hermético de doble canal.</li> </ul>
Papel Manteca	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material: Papel siliconado de grado alimentario</li> <li>• Formato: Rollo</li> <li>• Dimensiones: Ancho de 30-40 cm, largo 5-10 metros</li> </ul>
Molde para las barras energéticas funcionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensiones: 45 x 24 x 1.5 cm (largo, ancho, espesor)</li> <li>• Material: Acero inoxidable de grado alimentario</li> <li>• Tipo: Molde rectangular con bordes rectos</li> </ul>
Ollas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero Inoxidable</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Espesor del material: 1.5 - 2.5 mm</li><li>• Tipo de asas: De acero inoxidable soldadas</li></ul>
Cucharón	<ul style="list-style-type: none"><li>• De madera</li></ul>
Tabla de picar	<ul style="list-style-type: none"><li>• De madera</li></ul>
Colador	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acero Inoxidable</li></ul>
Depósitos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acero inoxidable</li></ul>
Cuchillos	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acero inoxidable</li></ul>
Envases	<ul style="list-style-type: none"><li>• De vidrio</li></ul>

### Métodos de análisis

La evaluación de las barras energéticas funcionales se realizó mediante métodos fisicoquímicos específicos. El contenido de humedad se determinó utilizando el método gravimétrico de AOAC 977.10. El contenido de grasa se evaluó siguiendo el protocolo de AOAC 2003.06. El contenido de proteínas se determinó a través del método de Kjeldahl; además, la fibra se analizó siguiendo los requerimientos de NTP 205.003.1980 y, adicional a ello, el contenido de carbohidratos se calculó por la diferencia de los valores de macronutrientes mencionados. Estas técnicas aseguraron un análisis preciso y fiable de las propiedades de las barras energéticas funcionales.

### Operacionalización de variables e indicadores

Este proceso implicó la identificación de variables independientes y dependientes. Se analizaron y se consideraron los dos experimentos. En el primero, la variable independiente fue la concentración del jarabe de yacón (60°, 66° y 72°Brix y las presiones (atmosférica y al vacío), mientras que las dependientes incluyeron inulina, rendimiento, tiempo de concentración y características sensoriales (color y sabor). En el segundo, se evaluaron tres formulaciones de barra con diferentes proporciones de cereales andinos, harina de tarwi y jarabe de yacón. Se midieron indicadores como azúcares reductores, rendimiento, textura, puntajes en escala hedónica y composición nutricional, así como características fisicoquímicas (humedad, proteína, grasa, fibra y carbohidratos) y microbiológicas. Se aplicaron métodos oficiales para los análisis fisicoquímicos y

microbiológicos. La evaluación sensorial utilizó una escala hedónica para determinar la mejor formulación.

**Figura 25**

*Matriz general de variables, indicadores y métodos por experimento*

	<b>Etapa</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>NIVEL DE VARIABLE</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>
<b>PRIMER EXPERIMENTO</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b>	Presión de Concentración	Vacío y Atmósfera	- Rendimiento del jarabe
		%Sólidos solubles del jarabe	60°, 66°, 72° Brix	- Contenido de azúcares reductores - Aceptabilidad sensorial del jarabe (color, olor, sabor) - Tiempo de concentración
<b>SEGUNDO EXPERIMENTO</b>	<b>MEZCLADO</b>	Formulación de la barra energética funcional	<p>* F<sub>1</sub>=20% Kiwicha, 19,95% Tarwi y 30% jarabe de yacón</p> <p>F<sub>2</sub>=17% Quinoa, 22,95% tarwi y 30% jarabe de yacón</p> <p>F<sub>3</sub>=24% Avena, 15,95% tarwi y 30% de jarabe de yacón</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Textura instrumental</li> <li>- Humedad</li> <li>- Grasa</li> <li>- Proteína</li> <li>- Fibra</li> <li>- Carbohidratos</li> <li>- Contenido de azúcares reductores</li> <li>- Aceptabilidad sensorial</li> <li>- Microbiología</li> </ul>

\* Además de los ingredientes principales mostrados, las formulaciones incluirán otros componentes menores necesarios para la elaboración, procesamiento y estabilidad del producto final.

Tabla 46

*Metodología*

<b>Determinación</b>	<b>Metodología aplicada</b>	<b>Norma / Referencia</b>
<b>Humedad</b>	Se determinó el contenido de agua mediante un método gravimétrico estándar, basado en la desecación de la muestra hasta peso constante.	AOAC 977.10
<b>Grasa</b>	El contenido de grasa se analizó mediante un procedimiento gravimétrico por extracción.	AOAC 2003.06
<b>Proteína</b>	Se determinó el contenido de proteína utilizando el método de Kjeldahl, el cual mide el nitrógeno total de la muestra	AOAC (2000)
<b>Fibra cruda</b>	La fibra fue determinada siguiendo el procedimiento establecido para cereales y menestras, basado en digestión ácida y alcalina.	NTP 205.003
<b>Carbohidratos</b>	Se determinaron por el método de diferencia, restando los demás componentes proximales.	Método por diferencia (FAO/estándar)
<b>Azúcares reductores</b>	El contenido de azúcares reductores y FOS fue obtenido mediante análisis físicoquímico externo utilizando el método de Fehling	Método de Fehling – análisis externo en laboratorio
<b>Cenizas</b>	Las cenizas se determinaron mediante un método gravimétrico por incineración en mufla.	NTP 209.265

## Descripción General

### Descripción de la elaboración del Jarabe de yacón

Para este proyecto se eligió el método de Manrique et al. (2005), ya que presentó una metodología sencilla y accesible, ideal para ser aplicada en contextos académicos, permitió una buena concentración de sólidos y conservó los fructooligosacáridos (FOS)

#### A. Recepción de Materia Prima

El proceso comenzó con la recepción de las raíces de yacón, la materia prima esencial. Se verificó que las raíces cumplieran con las características organolépticas típicas del tubérculo.

#### B. Pesado:

Se determinó el peso del tubérculo para realizar un análisis posterior.

#### C. Selección:

Se seleccionaron las raíces en mal estado y se utilizaron solo aquellas que estuvieron en buen estado; es decir, se emplearon las raíces en óptimas condiciones.

#### D. Lavado y Desinfección:

Se sometieron a un lavado en agua frotando con un cepillo, para eliminar cualquier residuo de tierra, suciedad o impurezas, luego se sumergieron a en una solución de 200 ppm de hipoclorito de sodio por 5 minutos para mantener la calidad e inocuidad del producto.

#### E. Pelado:

El pelado del yacón se realizó de forma manual utilizando un pelador doméstico de papas y al mismo tiempo se sumergieron los pedazos en un recipiente con agua potable para retardar el pardeamiento.

#### F. Blanqueado:

El blanqueado tuvo como objetivo evitar el pardeamiento enzimático del yacón por ello se realizó a 90°C con 1.5% de ácido ascórbico por 7 minutos.

#### G. Extracto

Se extrajo el jugo con un extractor que separó el jugo del bagazo; esta fue la manera más sencilla de obtener el jugo del yacón y se obtuvo una pérdida del 20% del peso en el bagazo.

#### H. Filtrado:

Para extraer los pequeños residuos del bagazo en el jugo se procedió al filtrado, donde se realizará por medio de una tela de organza para obtener un jugo más puro.

#### I. Evaporación y concentración:

El objetivo de la evaporación fue eliminar el agua del jugo, elevando la concentración de azúcares; para ello, se analizaron tres concentraciones (60° Brix, 66° Brix y 72° Brix) a un proceso constante de 90°C para evitar la caramelización del jarabe. A partir de que el jugo alcanzó los 50° Brix, se realizó la concentración final utilizando dos tipos de procesos: al vacío y a presión atmosférica, según correspondió a cada tratamiento experimental.

#### J. Envasado:

Se envasó el jarabe en frascos asegurando que la temperatura fuera superior a 85°C para asegurar su calidad e inocuidad del producto.

#### K. Almacenado:

El frasco del jarabe de yacón fue de vidrio resistente al calor y se almacenó en un lugar fresco.

### **Descripción de la barra energética funcional**

Se elaboró la barra energética funcional siguiendo el procedimiento adaptado de Sánchez Pereda (2023) y Aponte et al. (2023), estos métodos fueron ideales porque permitieron conservar las propiedades nutricionales de los ingredientes y han demostrado eficacia en la elaboración de productos similares

#### A. Recepción:

Al recibir los ingredientes, se verificó que estuvieran en buenas condiciones. Se revisará la calidad de la harina de tarwi y cada cereal (kiwicha, avena y quinua libre de saponina).

#### B. Selección:

Se comprobó que los insumos estuvieran en condiciones óptimas; la harina de tarwi presentó una humedad adecuada y ausencia de grumos, mientras que los cereales estuvieron libres de impurezas. Asimismo, se verificaron los demás ingredientes utilizados.

## C. Tostado:

Se tostó la avena en una bandeja extendida a 180 °C por aproximadamente 10 minutos; la quinua se tostó a 160 °C por 8 minutos y la kiwicha se tostó a 170 °C por un periodo de 5 a 7 minutos, hasta que tomaron un color dorado y desprendieron un aroma intenso para mejorar el sabor y la textura final.

## D. Enfriamiento:

Luego del tostado, se dejaron enfriar los cereales por separado a temperatura ambiente para no afectar la siguiente etapa del proceso.

## E. Pesado:

Se procedió al pesado de cada ingrediente. Se midió la cantidad exacta de harina de tarwi, hojuelas de avena, quinua, kiwicha, jarabe de yacón y los otros ingredientes según las formulaciones establecidas.

## F. Mezclado:

Los ingredientes pesados de cada fórmula se colocaron en recipientes individuales. En un recipiente mayor se combinaron la harina de tarwi con el cereal asignado, las almendras y las semillas de chía, mezclándose bien para distribuir los sólidos de manera uniforme. Luego, se incorporaron la mantequilla de maní, el extracto de almendra y el jarabe de yacón con el chocolate gradualmente, mientras se mezcló con una espátula hasta obtener una masa homogénea y con la pegajosidad suficiente para su compactación.

## G. Moldeado:

Se moldeó la mezcla extendiéndose en un molde forrado con papel manteca se presiona con una espátula o con un rodillo hasta lograr un grosor uniforme.

## H. Horneado:

Se precalentó el horno y el molde se colocó a 150 °C por 15 minutos. Se introdujo un recipiente con agua en el horno para minimizar la sequedad excesiva, previendo que la quinua y la kiwicha podían absorber menos humedad que la avena.

## I. Enfriamiento:

Transcurrido el tiempo, se retiró el molde del horno y se dejó enfriar durante 25 minutos; este proceso fue fundamental para que las barritas se compactaran.

J. Cortado y Pesado:

Se cortaron las barras en porciones rectangulares con las siguientes dimensiones: 9.0 cm de largo x 3.0 cm de ancho x 1.5 cm de espesor. Posteriormente, se pesaron las barras para asegurar un peso de entre 20 y 25 g.

K. Envasado

Las barras energéticas funcionales se colocaron en bolsas Ziploc con cierre hermético y se rotularon según cada formulación.

L. Almacenado

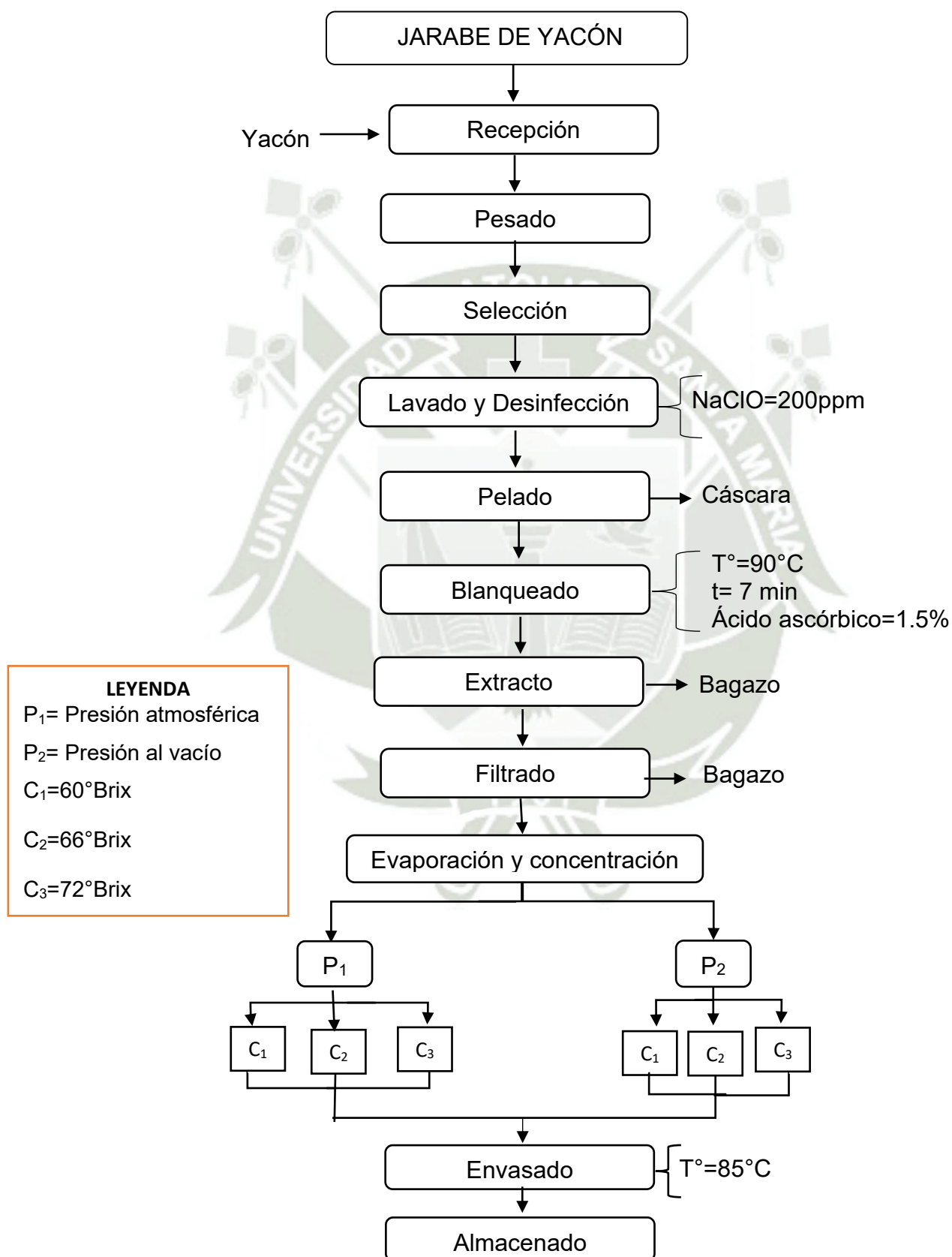
Se colocaron las bolsas en un lugar fresco a temperatura ambiente para que posteriormente se analicen.



Diseños Experimentales

Figura 26

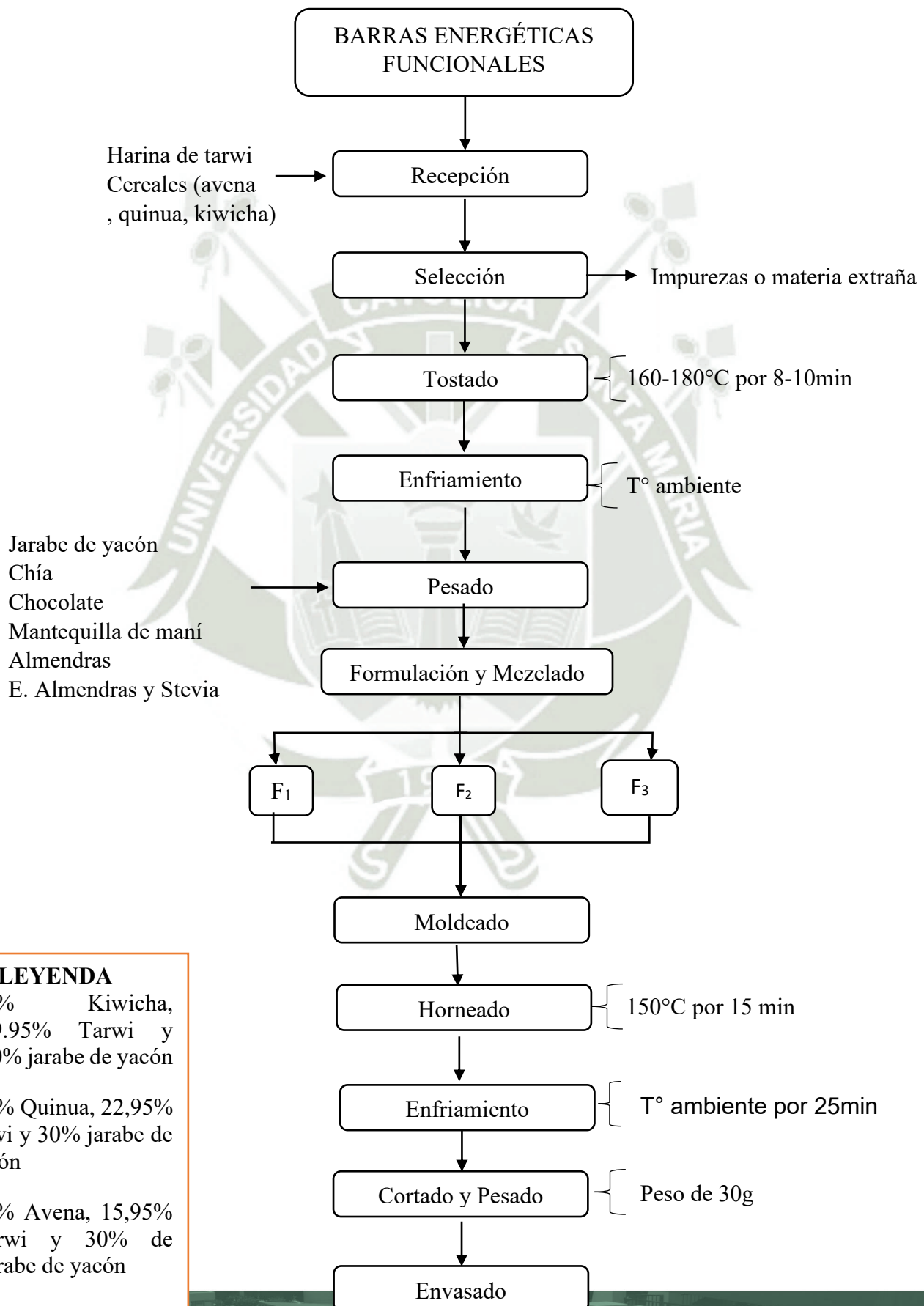
Proceso del Jarabe de Yacón



Nota: Elaboración Propia (2025)

**Figura 27**

*Proceso de elaboración de barras energéticas funcionales*



**LEYENDA**

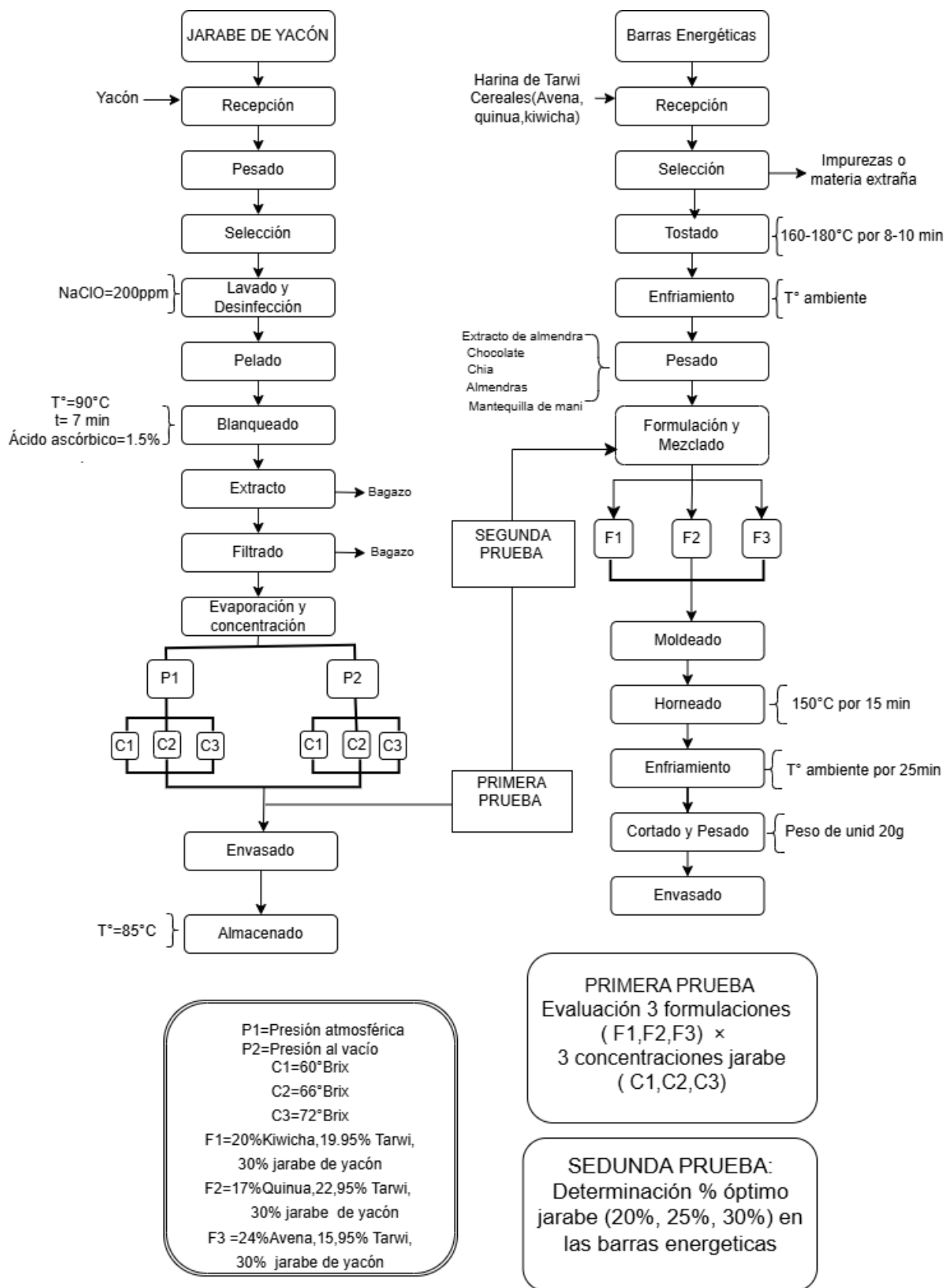
F<sub>1</sub>=20% Kiwicha, 19,95% Tarwi y 30% jarabe de yacón

F<sub>2</sub>=17% Quinua, 22,95% tarwi y 30% jarabe de yacón

F<sub>3</sub>=24% Avena, 15,95% tarwi y 30% de jarabe de yacón

**Figura 28**

*Flujograma experimental general*



Nota: Elaboración Propia (2025)

### Evaluación del producto final

Se desarrollaron los siguientes análisis para llevar a cabo una evaluación integral que aseguró que el producto final poseyera tanto las características nutricionales deseadas como la inocuidad necesaria para su comercialización.

**Tabla 47**

*Análisis correspondientes al producto final*

<b>Análisis</b>	<b>Componente</b>
<b>Análisis fisicoquímico</b>	Contenido de grasa
	Contenido de carbohidratos
	Contenido de humedad
	Contenido de cenizas
	Contenido de fibra cruda
	Contenido de kcal
	Contenido de azúcares reductores
	Análisis organoléptico
<b>Análisis Microbiológica</b>	Sólidos Solubles
	Coliformes
	Mohos y levaduras
	Aerobios mesófilos

## Anexo 2: Estructura del Artículo científico

### ELABORACIÓN DE UNA BARRA ENERGÉTICA FUNCIONAL A BASE DE UN CEREAL ANDINO, TARWI (*Lupinus mutabilis*) Y JARABE DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*)

Velarde Montoya, Maria Fernanda

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria,

Maria.velarde@estudiante.ucsm.edu.pe

#### Resumen

Se propuso el desarrollo de barras energéticas funcionales mediante la combinación de harina de tarwi, jarabe de yacón optimizado y cereales andinos (quinua, avena o kiwicha), realizando una evaluación de sus propiedades sensoriales y nutricionales. Se optimizó el jarabe de yacón con una evaluación de tres concentraciones (60°, 66° y 72° Brix) con dos presiones diferentes (vacío y atmosférica). Luego se llevaron a cabo tres formulaciones: F<sub>1</sub> (19.95% tarwi, 20% kiwicha), F<sub>2</sub> (22.95% tarwi, 17% quinua) y F<sub>3</sub> (15.95% tarwi, 24% avena), cada una con un 30% de jarabe de yacón. El jarabe ideal fue al 66°Brix al vacío, por el tiempo de procesamiento y la mejor conservación de los fructooligosacáridos. La formulación 2, con un contenido proteico del 23.79%, fue la que tuvo más cantidad de proteína que las demás y tiene una proporción balanceada de carbohidratos (59.17%), grasa (9.53%) y fibra (6.14%). La evaluación sensorial demostró que la segunda formulación obtuvo la mayor aceptación (4.5/5.0 puntos). Todas las formulaciones cumplieron con los estándares microbiológicos (<10 UFC/g coliformes). Se concluye que la formulación de quinua, jarabe de yacón concentrado al vacío y tarwi permite obtener barras energéticas funcionales con un alto valor nutricional y una buena aceptabilidad.

**Palabras clave:** barras de cereales, tarwi, yacón, fructooligosacáridos, alimentos funcionales, evaluación sensorial

## Abstract

The development of functional energy bars was proposed by combining tarwi flour, optimized yacon syrup, and Andean cereals (quinoa, oats, or kiwicha), conducting an evaluation of their sensory and nutritional properties. Yacon syrup was optimized by evaluating three concentrations (60°, 66°, and 72° Brix) under two different pressures (vacuum and atmospheric). Three formulations were then developed: F<sub>1</sub> (19.95% tarwi, 20% kiwicha), F<sub>2</sub> (22.95% tarwi, 17% quinoa), and F<sub>3</sub> (15.95% tarwi, 24% oats), each containing 30% yacon syrup. The ideal syrup was vacuum-packed at 66° Brix for faster processing and better preservation of fructooligosaccharides. Formulation 2, with a protein content of 23.79%, had the highest protein content of the others and a balanced ratio of carbohydrates (59.17%), fat (9.53%), and fiber (6.14%). Sensory evaluation showed that the second formulation was the most widely accepted (4.5/5.0 points). All formulations met microbiological standards (<10 CFU/g coliforms). It is concluded that the formulation of quinoa, vacuum-concentrated yacon syrup, and tarwi allows to produce functional energy bars with high nutritional value and good acceptability.

**Keywords:** cereal bars, tarwi, yacon, fructooligosaccharides, functional foods, sensory evaluation

## 1. Introducción

La inseguridad alimentaria sigue siendo una preocupación importante, porque afecta a millones de personas. En Perú, 1 de cada 5 peruanos sufre de inseguridad alimentaria, lo que resalta la gravedad del problema. Esta situación se debe a la falta de acceso económico a una alimentación saludable, lo que impide que muchas personas puedan cubrir sus necesidades nutricionales básicas (COMEXPERU, 2024). Además, el Perú no es un país libre de problemas de salud, ya que 7 de cada 10 peruanos sufren exceso de peso (MINSAL, 2023). El aumento de dietas desequilibradas pone de manifiesto la necesidad de elaborar alimentos más saludables como la presente barra energética funcional que utilice las propiedades nutricionales del Tarwi, cereal andino y jarabe de yacón, de ese modo se aprovecha los cultivos andinos y proporcionan una opción nutritiva y accesible para la población.

Las barras energéticas son productos compactos y de consumo inmediato funcionan tanto como alternativas a una comida o como complementos alimenticios. (Boukid et al., 2022).

En la elaboración de las barras energéticas predominan los cereales, transformándolas en excelentes fuentes de carbohidratos, además de contener fibra, vitaminas y minerales esenciales para el cuerpo (Reyna et al., 2016). Las estimaciones de mercado prevén un aumento constante para las barras de cereales con un incremento anual del 8,5% previsto hasta 2026 según Mordor Intelligence (2020) la sencillez de incluir nutrientes vitales en la alimentación cotidiana justifica la aceptación creciente de estos snacks.

El objetivo de este estudio fue desarrollar barras energéticas funcionales mediante la combinación óptima de cereales andinos, harina de tarwi y jarabe de yacón concentrado, evaluando sus características fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales.

## 2. Metodología

### 2.1 Materiales

Los ingredientes principales utilizados fueron: harina de tarwi marca Kera Superfoods, cereales andinos (quinua pop, kiwicha pop, marca Productos Andinos, avena en hojuelas sin gluten marca La Purita), yacón fresco de la Feria del Altiplano (Arequipa), mantquilla de maní (marca Spread), semillas de chía, extracto de almendras, almendras, chocolate 80% cacao sin azúcar (marca Orquídea) y stevia en polvo (marca NutraStevia).

### 2.2 Optimización del jarabe de yacón

Se evaluaron seis tratamientos combinando tres concentraciones (60°, 66° y 72°Brix) bajo dos condiciones de presión (atmosférica y vacío), adaptando el método de Manrique et al. (2005). El yacón se lavó, desinfectó (200 ppm hipoclorito de sodio, 5 min), se peló manualmente y se blanqueó (90°C, 1.5% ácido ascórbico, 7 min). El jugo se extrajo mecánicamente (rendimiento 80%), se filtró a través de tela de organza y se concentró hasta 50°Brix a 90°C. La concentración final se realizó mediante dos métodos: presión atmosférica (90°C) y presión al vacío (rotavapor) hasta alcanzar 60°, 66° y 72°Brix. El jarabe se envasó en caliente en frascos de vidrio. Se determinó rendimiento, tiempo de concentración y azúcares reductores (método Fehling, AOAC). La evaluación sensorial se realizó con 10 panelistas evaluando una escala hedónica de 5 puntos para olor, sabor y color.

### 2.3 Formulación de barras energéticas

Se desarrollaron tres formulaciones (Tabla 1) utilizando el programa Solver para optimizar las proporciones de ingredientes y garantizar el cumplimiento de los requerimientos nutricionales establecidos por la normativa vigente (MIDIS, 2022), y maximizando el aporte proteico y de fibra dietética.

Los cereales (avena, quinua o kiwicha) fueron pesados y tostados por separado en bandejas extendidas en horno precalentado: la avena a 180°C durante 10 minutos, la quinua a 160°C por 8 minutos y la kiwicha a 170°C durante 5-7 minutos. Posteriormente se enfriaron a temperatura ambiente durante 20 minutos. Todos los ingredientes se pesaron según la formulación. La harina de tarwi, el cereal, las semillas de chía y las almendras troceadas se mezclaron en un recipiente de acero inoxidable. El chocolate 80% cacao se troceó y derritió a baño maría a 60-70°C con agitación constante y en conjunto al jarabe de yacón, mantequilla de maní, extracto de almendra y Stevia, se mezclaron y se vertió gradualmente sobre los ingredientes secos hasta formar una masa homogénea. A continuación, se vertió la mezcla en el molde, que tiene divisiones individuales para cada barra. Después, se introdujo en un horno precalentado a 150 °C y se dejó allí durante quince minutos. Después de dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante 25 minutos, se desmoldó. Las barras individuales se envasaron en bolsas trilaminadas y se guardaron en un sitio fresco, seco y a cubierto de la luz directa hasta que fueran analizadas más tarde.

**Tabla 1: Formulación de barras energéticas**

Ingredientes (%)	F <sub>1</sub> (kiwicha)	F <sub>2</sub> (Quinua)	F <sub>3</sub> (Avena)
Cereal principal	20.00	17.00	24.00
Harina de tarwi	19.95	22.95	15.95
Jarabe de yacón	30.00	30.00	30.00
Chocolate 80%	12.00	12.00	12.00
Mantequilla de maní	6.00	6.00	6.00
Extracto de almendra	8.00	8.00	8.00
Otros *	4.05	4.05	4.05

\*Incluye semillas de chía (2%), almendras (2%) y stevia (0.05%)

## 2.4 Caracterización de las barras energéticas

**2.4.1 Análisis fisicoquímico:** Se determinó humedad mediante el método AOAC 977.10 (Karl Fischer), proteína por método Kjeldahl, grasa por método AOAC 2003.06, fibra cruda según NTP 205.003.1980, cenizas por NTP 209.265.2001 y carbohidratos por diferencia. El contenido energético se calculó mediante el método de Atwater.

**2.4.2 Análisis físico:** La textura se midió con texturómetro equipado con celda de carga de 25 kg, utilizando prueba de corte a velocidad de 2 mm/s y distancia de 10 mm, calculando la dureza como la fuerza máxima requerida (N).

**2.4.3 Análisis microbiológico:** Se determinó coliformes totales y aerobios mesófilos siguiendo los métodos del Manual Analítico Bacteriológico (BAM) de la FDA.

**2.4.4 Evaluación sensorial:** Diez panelistas evaluaron olor, sabor, color y aceptabilidad general mediante escala hedónica de 5 puntos (1=me disgusta mucho, 5=me gusta mucho).

## 2.5 Análisis Estadístico

Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba de Tukey usando el programa Minitab. Para el jarabe de yacón se utilizó diseño factorial completamente al azar ( $3 \times 2$ ) y para las barras energéticas se aplicó el diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones.

## 3. Resultados y Discusión

La optimización del jarabe de yacón dio como resultado ANOVA mostró diferencias significativas en olor según las dos presiones, resultado el proceso al vacío el ideal. Para sabor, la concentración de 66°Brix obtuvo la mayor puntuación sin diferencias significativas entre presiones. Respecto al color hubo una variación con la concentración, pero no con la presión.

El rendimiento presentó diferencias significativas por presión y concentración. El mayor rendimiento fue a presión atmosférica con 60°Brix, mientras que el menor fue a 72°Brix al vacío. El tiempo de concentración fue significativamente menor al vacío, reduciendo entre 26-40% comparado con presión atmosférica (Tabla 2).

**Tabla 2. Tiempo de concentración y azúcares reductores del jarabe de yacón**

Tratamiento	Tiempo (min)	Azúcares reductores (%)
60°Brix - Atmosférica	158.81±0.55 <sup>a</sup>	39.44
66°Brix – Atmosférica	208.03±17.82 <sup>b</sup>	43.42
72°Brix - Atmosférica	247.37±19.14 <sup>c</sup>	47.14
60°Brix - Vacío	166.53±3.99 <sup>d</sup>	34.14
66°Brix – Vacío	180.88±4.16 <sup>de</sup>	37.50
72°Brix - Vacío	206.93±3.53 <sup>b</sup>	42.67

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < .05$ )

El tratamiento a presión a vacío mantuvo los fructooligosacáridos (FOS) de manera más efectiva, evidenciando niveles reducidos de azúcares reductores en comparación con la presión atmosférica, lo que indica una menor hidrólisis de inulina. Juliano & Tapia (2020) informaron que la inulina se conserva mejor en jarabes procesados al vacío. De igual forma, Mogro Velásquez (2014) señala que la evaporación al vacío en la elaboración de miel de yacón permite reducir el pardeamiento y preservar la calidad fisicoquímica del producto, lo cual coincide con los resultados obtenidos. Se eligió el 66°Brix al vacío como la mejor opción, ya que es aceptable sensorialmente, por su conservación de fructooligosacáridos (FOS) y un oscurecimiento reducido.

**Tabla 3. Composición proximal de las barras energéticas (g/100g)**

Ingrediente (%)	F <sub>1</sub> (Kiwicha)	F <sub>2</sub> (Quinua)	F <sub>3</sub> (Avena)
Humedad	6.12	5.08	7.43
Proteína	21.03	23.79	19.26
Grasa	11.36	9.53	10.87
Carbohidratos	58.83	59.17	60.43
Fibra	5.27	6.14	5.58
Cenizas	2.66	2.53	2.01
Energía(kcal/100g)	421.68	417.61	416,59

El análisis proximal de las tres formulaciones de barras energéticas muestra diferencias de componentes nutricionales, en cuanto carbohidratos, la formulación 3 (Avena) contiene mayor contenido, seguidamente la Formulación 2 (Quinua) y Formulación 1 (Kiwicha), sin embargo, la diferencia es mínima e indica un perfil energético similar, cuya característica es importante para las barras energéticas. En cuanto a la proteína la formulación 2 (quinua) presentó el mayor contenido proteico, superando el requerimiento normativo de 8.5% (MIDIS, 2022), de igual forma las otras formulaciones están superando el requerimiento mínimo proteico. Los resultados se deben a la combinación entre los cereales andinos y la

alta concentración de harina de tarwi. Respecto al contenido de grasas, Formulación 1 (Kiwicha) presenta el mayor contenido lipídico con 11.36%, luego la Formulación 3 (Avena) y por último la Formulación 2 (Quinua), dado ello el contenido graso de la kiwicha contribuye en la palatabilidad y al valor energético total de la barra. Además, el contenido de fibra es significativo, ya que la Formulación 2 proporciona el mayor valor, beneficiando a la salud digestiva y puede contribuir a una mayor sensación de saciedad (Márquez & Pretell, 2018). Un valor importante es el nivel de humedad en todas las formulaciones fue inferior al 10%, cumpliendo con los estándares de FDA para productos de cereales (<15%) y garantizando estabilidad microbiológica durante el almacenamiento.

Respecto a los parámetros fisicoquímicos, la textura no mostró diferencias significativas entre formulaciones ( $p < .05$ ), indicando que las diferentes combinaciones de cereales y tarwi mantienen propiedades texturales similares, resultados iguales con estudios previos en barras de cereales (Aldaz & Tantaléan, 2019; Aponte Martínez, 2022)

Los análisis microbiológicos mostraron <10 UFC/g de coliformes totales y ausencia de aerobios mesófilos en la formulación, cumpliendo con R.M. N° 591-2008/MINSA, demostrando la inocuidad del producto y adecuadas condiciones de procesamiento.

**Tabla 4. Evaluación sensorial de las barras energéticas**

Atributo	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Olor	3.4±0.75 <sup>a</sup>	3.7±0.62 <sup>a</sup>	3.3±0.69 <sup>a</sup>
Sabor	3.5±0.67 <sup>b</sup>	4.5±0.66 <sup>a</sup>	3.6±0.63 <sup>b</sup>
Color	4.0±0.69 <sup>a</sup>	4.3±0.65 <sup>a</sup>	4.0±0.61 <sup>a</sup>
Aceptabilidad	3.5±0.75 <sup>b</sup>	4.5±0.70 <sup>a</sup>	3.6±0.63 <sup>b</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < .05$ )

En relación con la evaluación sensorial, la Tabla 4 presenta los resultados. La formulación F2 obtuvo puntuaciones superiores en sabor y aceptabilidad general. No se observaron diferencias significativas en olor y color entre las formulaciones ( $p < .05$ ).

La aceptación de Formulación 2 coincide con Espinoza (2017), quien atribuye las características favorables de barras con quinua a su textura menos adherente y sabor neutro. Similares niveles de aceptación fueron reportados por Franco et al. (2018) en barras enriquecidos con Spirulina (82% aceptación).

#### 4. Conclusiones

La concentración óptima para el jarabe de yacón es 66°Brix a presión a vacío, logrando la preservación de FOS, reducción de tiempo (26-40%) y aceptación sensorial favorable. La formulación 2 (Quinoa) resultó óptima con 23.79% proteína, 6.14% fibra y superior aceptación sensorial (4.5/5.0 puntos). Las barras cumplen con la normativa e estándares microbiológicos, además es una alternativa funcional que aprovecha ingredientes andinos, contribuyendo a los ODS 2 y 3.

#### 5. Referencias Bibliográficas

- Aldaz & Tantaleán (2019). *Efecto de la proporción de avena (Avena sativa), cochayuyo (Chondracanthus chamissoi) y macambo (Theobroma bicolor) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética*. UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”, Lambayeque.  
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4553>
- Aponte, E. (2022). *Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (Chenopodium quinoa), Avena (Avena Sativa) y Amaranto (Amaranthus Caudatus L.)*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ecuador.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/items/d1b11a3f-5ea5-4860-8b74-74fa61694121>
- Boukid, F., Rosell, C. M., Rosene, S., Bover-Cid, S., & Castellari, M. (2022). Non-animal proteins as cutting-edge ingredients to reformulate animal-free foodstuffs: Present status and future perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(23), 6390-6420. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1901649>
- COMEXPERU. (2024, Agosto 16). 1 de cada 5 peruanos padece de inseguridad alimentaria grave. *Sociedad de Comercio Exterior del Perú*.  
<https://www.comexperu.org.pe/articulo/1-de-cada-5-peruanos-padece-de-inseguridad-alimentaria-grave>
- Espinoza, M. (2017). *Efecto de la proporción de quinua (Chenopodium quinoa Willd.), kiwicha (Amaranthus caudatus L.) y chía (Salvia hispanica L.) en la textura, características físicas y la aceptabilidad general de barras energéticas*. Universidad Nacional de Trujillo.  
<https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/4331dd66-1179-4b7f-95fb-c78616e60875/content>
- Franco, B., Centeno, A., Fernandes, L., Greque, M., & Duarte, T. (2020). Snack bars enriched with Spirulina for schoolchildren nutrition. *Food Science and Technology (Campinas)*, , 40, 146-152 . <https://doi.org/10.1590/fst.06719>
- Juliano, B., & Tapia, V. (2020). *Elaboración de una bebida funcional de maracuyá (PASSIFLORA EDULIS), edulcorado con jarabe de Yacón (SMALLANTUS SONCHIFOLIUS)*. Univerisdad Católica de Santa María, Arequipa, Perú.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/9907>

- Márquez, L., & Pretell, C. C. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 1692-3561.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.18684/bsaa.16n2.1167>
- MIDIS. (2022). BARRA DE CEREALES Y/O LEGUMINOSAS. In N° D000347-2022.  
<https://info.qaliwarma.gob.pe/datpub/uop/catalogo/2023/8-BARRA-DE-CEREALES-YO-LEGUMINOSASFF.pdf?v=2.0>
- MINSA. (2023, marzo 4). Minsa: nutricionistas advierten que 7 de cada 10 peruanos sufre de exceso de peso. *Gob.pe*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/720469-minsa-nutricionistas-advierten-que-7-de-cada-10-peruanos-sufre-de-exceso-de-peso>
- Mogro Velasquez, G. (2014). *EXTRACCION DE INULINA A PARTIR DEL YACON*. Repositorio UAJMS.  
<https://dicyt.uajms.edu.bo/investigacion/index.php/quimica/article/view/281>
- Reyna, N., Moreno, R., Mendoza, L., Parra, K., Linares, S., Reyna, E., & Cámara, F. (2016). Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2).  
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.20960/nh.122>

### Anexo 3: Resultados de Prueba de Tukey

#### RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DEL OLOR DEL JARABE DE YACÓN

##### TUKEY FACTOR A (TRATAMIENTO)

II-I	1,200	>	0,721	Si hay diferencia altamente significativa
------	-------	---	-------	---

#### RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DEL SABOR DEL JARABE DE YACÓN

##### TUKEY FACTOR B(BRIX)

II-I	0,550	>	0,531	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	0,300	<	0,532	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,850	<	0,532	Si hay diferencia altamente significativa

##### TUKEY FACTOR A x B

Tratamiento	1. 60°Brix	1. 66°Brix	1. 72°Brix	2. 60°Brix	2. 66°Brix	2. 72°Brix
Clave	I	II	III	IV	V	VI

II-I	0,100	>	0,921	No hay diferencia altamente significativa
III-I	0,200	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
IV-I	0,110	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
V-I	0,900	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
VI-I	0,500	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,300	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
IV-II	0,200	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
V-II	0,800	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
VI-II	0,600	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
IV-III	0,100	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
V-III	1,100	>	0,921	Si hay diferencia altamente significativa
VI-III	0,300	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
V-IV	1,000	>	0,921	Si hay diferencia altamente significativa
VI-IV	0,400	<	0,921	No hay diferencia altamente significativa
VI-V	1,400	>	0,921	Si hay diferencia altamente significativa

## RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DEL COLOR DEL JARABE DE YACÓN

### TUKEY FACTOR A (TRATAMIENTO)

II-I	0,133	<	0,675	No hay diferencia altamente significativa
------	-------	---	-------	---

### TUKEY FACTOR B (BRIX)

II-I	0,550	<	0,813	No hay diferencia altamente significativa
III-I	0,300	<	0,813	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,850	>	0,813	Si hay diferencia altamente significativa

## RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DEL RENDIMIENTO DEL JARABE DE YACÓN

### TUKEY FACTOR A (TRATAMIENTO)

II-I	0,447	>	0,382	Si hay diferencia altamente significativa
------	-------	---	-------	---

### TUKEY FACTOR B (BRIX)

Tratamiento	60°Brix	66°Brix	72°Brix
Clave	I	II	III

II-I	2,602	>	0,468	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	5,218	>	0,468	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	2,617	>	0,468	Si hay diferencia altamente significativa

## RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DEL TIEMPO DEL JARABE DE YACÓN

### TUKEY FACTOR A (TRATAMIENTO)

II-I	19,960	>	19,842	Si hay diferencia altamente significativa
------	--------	---	--------	---

### TUKEY FACTOR B (BRIX)

1. 60°Bx	1. 66°Bx	1. 72°Bx
I	II	III

II-I	31,780	>	24,287	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	64,480	>	24,287	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	32,690	>	24,287	Si hay diferencia altamente significativa

### TUKEY FACTOR AX B

Tratamiento	1. 60°Bx	1. 66°Bx	1. 72°Bx	2. 60°Bx	2. 66°Bx	2. 72°Bx
Clave	I	II	III	IV	V	VI

II-I	49,220	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	88,550	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
IV-I	7,710	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa
V-I	22,060	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa
VI-I	48,110	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	39,330	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
IV-II	41,510	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
V-II	27,160	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa
VI-II	1,110	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa
IV-III	80,840	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
V-III	66,490	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
VI-III	40,440	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
V-IV	14,350	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa
VI-IV	40,400	>	30,600	Si hay diferencia altamente significativa
VI-V	26,050	<	30,600	No hay diferencia altamente significativa

### RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 1 DE TEXTURA

#### TUKEY FACTOR A(FORMULACIÓN)

II-I	0,733	<	0,781	No hay diferencia altamente significativa
III-I	0,067	<	0,781	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,667	<	0,781	No hay diferencia altamente significativa

#### TUKEY FACTOR B (Brix)

II-I	1,067	>	0,515	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	0,533	>	0,515	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,533	>	0,515	Si hay diferencia altamente significativa

60°Bx	66°Bx	72°Bx
I	II	III

### RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 1 DE DULZOR

#### TUKEY FACTOR A(FORMULACIÓN)

II-I	0,533	>	0,515	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	0,200	<	0,515	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,733	>	0,515	Si hay diferencia altamente significativa

#### TUKEY FACTOR B (Brix)

II-I	1,200	>	0,747	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	1,533	>	0,747	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,333	<	0,747	No hay diferencia altamente significativa

60°Bx	66°Bx	72°Bx
I	II	III

### RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 1 DE SABOR

#### TUKEY FACTOR A(FORMULACIÓN)

II-I	0,667	<	0,800	No hay diferencia altamente significativa
III-I	0,067	<	0,800	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,733	<	0,800	No hay diferencia altamente significativa

**TUKEY FACTOR B (Brix)**

II-I	0,400	>	0,800	No hay diferencia altamente significativa
III-I	1,000	<	0,800	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,600	<	0,800	No hay diferencia altamente significativa

60°Bx	66°Bx	72°Bx
I	II	III

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 1 DE ACEPTABILIDAD**

**TUKEY FACTOR A(FORMULACIÓN)**

II-I	0,733	>	0,611	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	0,000	<	0,611	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,733	>	0,611	Si hay diferencia altamente significativa

**TUKEY FACTOR B (Brix)**

II-I	1,067	>	0,611	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	0,467	<	0,611	No hay diferencia altamente significativa
III-II	0,600	<	0,611	No hay diferencia altamente significativa

60°Bx	66°Bx	72°Bx
I	II	III

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 2 ACERCA DE LA  
COHESION DE LA VARIACION DE CONCENTRACIÓN DE JARABE DE YACÓN**

**TUCKEY FACTOR A(TRATAMIENTO)**

II-I	1,000	>	0,773	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	1,600	>	0,773	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,600	<	0,773	No hay diferencia altamente significativa

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 2 EVALUANDO EL  
DULZOR DE LA VARIACION DE CONCENTRACIÓN DE JARABE DE YACÓN**

**TUCKEY FACTOR A(TRATAMIENTO)**

II-I	1,200	>	0,857	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	2,000	>	0,857	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,800	<	0,857	Si hay diferencia altamente significativa

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY DE LA PRUEBA 2 ACERCA DE LA  
ACEPTABILIDAD DE LA VARIACION DE CONCENTRACIÓN DE JARABE DE  
YACÓN**

**TUCKEY FACTOR A(TRATAMIENTO)**

II-I	1,000	>	0,873	Si hay diferencia altamente significativa
III-I	1,800	>	0,873	Si hay diferencia altamente significativa
III-II	0,800	<	0,873	Si hay diferencia altamente significativa

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY EVALUACIÓN DEL SABOR DE LAS  
BARRAS ENERGETICAS**

**TUCKEY (TRATAMIENTO)**

II-I	1,000	>	0,987	Si existe diferencia altamente significativa
III-I	0,100	<	0,987	No existe diferencia altamente significativa
III-II	1,100	>	0,987	Si existe diferencia altamente significativa

**RESULTADOS DE PRUEBA TUKEY EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD DE  
LAS BARRAS ENERGETICAS**

**TUCKEY (TRATAMIENTO)**

II-I	1,000	>	0,705	Existe diferencia altamente significativa
III-I	0,100	<	0,705	No existe diferencia altamente significativa
III-II	0,900	>	0,705	Existe diferencia altamente significativa

## Anexo 4: Regresión Múltiple del Jarabe de Yacón

### Regresión múltiple del Rendimiento del Jarabe de Yacón

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,93851003
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,88080108
R <sup>2</sup> ajustado	0,80133513
Error típico	0,79302515
Observaciones	6

### ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	13,94121667	6,97060833	11,0840062	0,04115366
Residuos	3	1,886666667	0,62888889		
Total	5	15,82788333			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>uperior 95,0%</i>
Intercepción	36,4133333	4,480182701	8,12764473	0,00389405	22,1553924	50,6712742	22,1553924	50,6712742
Variable X 1	-1,2233333	0,647502324	-1,8893111	0,15526007	-3,2839747	0,83730804	-3,2839747	0,83730804
Variable X 2	-0,285	0,066085429	-4,3125997	0,02296067	-0,4953133	-0,0746867	-0,4953133	-0,0746867

### Regresión múltiple del Tiempo del Jarabe de Yacón

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94065339
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,8848288
R <sup>2</sup> ajustado	0,808048
Error típico	14,3635008
Observaciones	6

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	4755,07322	2377,53661	11,5240891	0,03908552
Residuos	3	618,930467	206,310156		
Total	5	5374,00368			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>nferior 95,0%</i>	<i>uperior 95,0%</i>
Intercepción	-129,94667	81,1463645	-1,6013862	0,20760834	-388,19061	128,297281	-388,19061	128,297281
Variable X 1	-19,956667	11,7277493	-1,7016621	0,18737397	-57,279599	17,3662658	-57,279599	17,3662658
Variable X 2	5,37333333	1,1969584	4,48915629	0,02062369	1,56407749	9,18258917	1,56407749	9,18258917

Regresión múltiple de Azúcares reductores del Jarabe de Yacón

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99660471
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,99322094
R <sup>2</sup> ajustado	0,98870157
Error típico	0,49312214
Observaciones	6

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	106,882575	53,4412875	219,769748	0,00055815
Residuos	3	0,72950833	0,24316944		
Total	5	107,612083			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>nferior 95,0%</i>	<i>uperior 95,0%</i>
Intercepción	3,93083333	2,78588551	1,41098165	0,25307235	-4,9350977	12,7967644	-4,9350977	12,7967644
Variable X 1	-5,23	0,40263254	-12,989511	0,00098515	-6,5113564	-3,9486436	-6,5113564	-3,9486436
Variable X 2	0,67625	0,04109351	16,4563692	0,00048834	0,54547211	0,80702789	0,54547211	0,80702789

REGRESION LINEAL DE LA BARRA ENERGÉTICA

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,09004503
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,00810811
R <sup>2</sup> ajustado	-0,1335907
Error típico	0,10239978
Observaciones	9

ANÁLISIS DE  
VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,0006	0,0006	0,05722071	0,81779669
Residuos	7	0,0734	0,01048571		
Total	8	0,074			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	10,6733333	0,09030811	118,187977	8,1863E-13	10,4597886	10,8868781	10,4597886	10,8868781
Variable X 1	-0,01	0,04180453	-0,2392085	0,81779669	-0,108852	0,08885201	-0,108852	0,08885201



### Anexo 5: Vida Útil de la Barra Energética

**Figura 29**

*Resultados de la vida útil de la barra energética*

Parámetro	TEMP	SEM 0	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
Peso(g)	Ambiente	10,07	10,03	10,03	9,98	9,94
	30°C	10,02	9,96	9,96	9,58	9,42
	40°C	10,05	9,88	9,88	8,95	8,7
	PROMEDIO	10,05	9,96	9,96	9,50	9,35
Textura	Ambiente	9,8	9,92	10,05	10,18	10,32
	30°C	-	10,24	10,7	11,18	11,27
	40°C	-	10,7	10,27	11,8	12,35
	PROMEDIO		10,29	10,67	11,05	11,31
Acidez	Ambiente	0,095	0,082	0,062	0,048	0,038
	30°C	-	0,075	0,052	0,038	0,030
	40°C	-	0,068	0,045	0,032	0,025
	PROMEDIO		0,08	0,05	0,04	0,03

**Nota:** Elaboración Propia (2025)

Para productos con baja humedad, la textura es uno de los parámetros más críticos debido al endurecimiento progresivo. El límite crítico es el aumento de 15% en dureza, por ende, como la textura inicial es 9.80 N, el límite crítico sería 11,27N.

**Figura 30**

*Comparación de los resultados de textura con el punto Crítico*

TEMP	Parámetro	SEM 0	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	LC
Ambiente	Textura (N)	9,8	9,92	10,05	10,18	10,32	15%
	Aumento %	0	1,2	2,6	3,9	5,3	
	Estado	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	
30°C	Textura (N)	9,8	10,24	10,7	11,18	11,27	15%
	Aumento %	-	4,5	9,2	14,1	15	
	Estado	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>LC</b>	
40°C	Textura (N)	0,095	10,7	10,27	11,8	12,35	15%
	Aumento %	-	9,2	15	20,4	26,0	
	Estado	<b>Bueno</b>	<b>Bueno</b>	<b>LC</b>	<b>Rechazo</b>	<b>Rechazo</b>	

**Nota:** Elaboración Propia (2025)

### Ecuación de Arrhenius

$$\ln K = \ln K_{ref} - \left(\frac{Ea}{R}\right) \times \left(\frac{1}{T}\right)$$

### Figura 31

*Datos para Ecuación de Arrhenius*

T (°C)	T (K)	1/T (K <sup>-1</sup> )	K (día <sup>-1</sup> )	Ln K
25	298,15	0,003354	0,000699	-7,265
30	303,15	0,003299	0,00233	-6,062
40	313,15	0,003193	0,00466	-5,369

### Datos para la Ecuación Final:



Ea = 97.92 kJ/mol


A = 1.22 × 10<sup>13</sup> día<sup>-1</sup>


R<sup>2</sup> = 0.998

$$K = (1,04 \times 10^{13}) \times \exp\left(\frac{-90,462}{(8,314 \times T)}\right)$$

**Anexo 6: Cartilla para Análisis Sensorial**

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA	CARTILLA <b>N° 001</b>																																						
		FECHA																																						
<b>EXPERIMENTO 1: EVALUACIÓN SENSORIAL: CONCENTRACIÓN DEL                  JARABE DE YACÓN</b>																																								
<p><b>INDICACIONES:</b> Usted evaluará muestras de jarabe de yacón con diferentes concentraciones. Pruebe cada muestra de izquierda a derecha, enjuagando su boca con agua entre cada una. Para cada atributo (olor, sabor y color), escriba un número del 1 al 5 que mejor represente su percepción, basándose en las escalas mostradas a continuación.</p>																																								
<b>Olor / Sabor</b>	Escala: (1) Muy malo (2) Malo (3) Regular (4) Bueno (5) Muy bueno																																							
<b>Color</b>	<p style="text-align: center;"> <b>OSCURO</b>  <b>CLARO</b> </p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">MARRÓN OSCURO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">MARRÓN ROJIZO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">MARRÓN CLARO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">ÁMBAR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">DORADO</td> </tr> </table>		1	MARRÓN OSCURO	2	MARRÓN ROJIZO	3	MARRÓN CLARO	4	ÁMBAR	5	DORADO																												
1	MARRÓN OSCURO																																							
2	MARRÓN ROJIZO																																							
3	MARRÓN CLARO																																							
4	ÁMBAR																																							
5	DORADO																																							
<b>EVALUACIÓN SENSORIAL</b>																																								
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">T1</th> <th colspan="3">T2</th> </tr> <tr> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Olor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							T1			T2			B1	B2	B3	B1	B2	B3	Olor							Sabor							Color						
	T1			T2																																				
	B1	B2	B3	B1	B2	B3																																		
Olor																																								
Sabor																																								
Color																																								
NOMBRE: _____																																								
OBSERVACIONES: _____																																								

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA			CARTILLA N° 002
				FECHA
<b>EXPERIMENTO PRELIMINAR: BARRAS ENERGÉTICAS CON JARABE DE YACÓN</b>				
<b>INDICACIONES:</b> Usted evaluará 9 muestras de barras energéticas elaboradas con diferentes formulaciones y concentraciones de jarabe de yacón. Pruebe una muestra a la vez (de izquierda a derecha). Para cada atributo, escriba el número que mejor represente su percepción.				
<b>ESCALA:</b> 5=Me gusta mucho   4=Me gusta   3=Ni me gusta ni me disgusta   2=Me disgusta   1=Me disgusta mucho				
EVALUACION SENSORIAL				
<b>CÓDIGO DE LA MUESTRA</b>	<b>TEXTURA</b>	<b>DULZOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>ACEPTABILIDAD</b>
247				
583				
916				
352				
728				
491				
864				
135				
679				
NOMBRE: _____				
OBSERVACIONES: _____				

	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA	CARTILLA N° 003				
		FECHA				
<b>EXPERIMENTO 2: FORMULACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS FUNCIONALES</b>						
<p><b>INDICACIONES:</b> Usted evaluará 3 muestras de barras energéticas con diferente formulación.</p> <p>Pruebe una muestra a la vez (de izquierda a derecha). Para cada atributo (olor, color, sabor y aceptabilidad), marque con una “X” la casilla que mejor represente su respuesta según la escala correspondiente.</p>						
<p><b>ESCALA:</b> 5=Me gusta mucho   4=Me gusta   3=Ni me gusta ni me disgusta   2=Me disgusta   1=Me disgusta mucho</p>						
<b>EVALUACION SENSORIAL</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>ATRIBUTO</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
F1	COLOR					
	OLOR					
	SABOR					
	ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO					
F2	COLOR					
	OLOR					
	SABOR					
	ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO					
F3	COLOR					
	OLOR					
	SABOR					
	ACEPTABILIDAD DEL PRODUCTO					
NOMBRE: _____						
OBSERVACIONES: _____						

### Anexo 7: Fotos del Proceso

#### PROCESO DEL JARABE DE YACÓN



**RECEPCIÓN Y PESADO DEL  
YACÓN**



**PELADO DEL YACÓN**



**BLANQUEADO DEL  
YACÓN**



**EXTRACCIÓN DEL JUGO DE  
YACÓN**



**EVAPORACIÓN A  
PRESIÓN ATMOSFERICA**

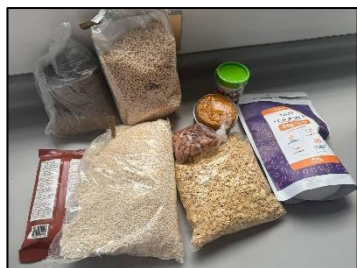


**EVAPORACIÓN A  
PRESIÓN A VACÍO**



**ENVASADO DEL JARABE DE  
YACÓN**

## ELABORACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS



**RECEPCIÓN DE MATERIA  
PRIMA**



**TOSTADO DE CEREAL**



**MEZCLADO DE  
INGREDIENTES SECO**



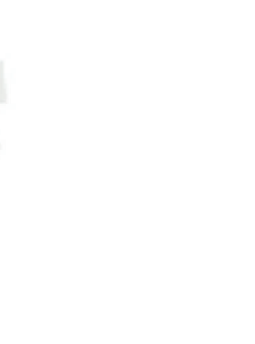
**MEZCLADO DE  
INGREDIENTES  
HUMEDOS**



**MEZCLADO DE  
BARRA DE  
KIWICHA**



**MEZCLADO DE  
BARRA DE  
QUINUA**



**MEZCLADO DE  
BARRA DE AVENA**



**MOLDEADO DE LOS  
TRES TIPOS DE  
BARRAS**



**HORNEADO DE BARRAS  
ENERGÉTICAS**



**ENFRIAMIENTO Y  
DESMOLDEAMIENTO DE  
BARRAS ENERGÉTICAS**



**ENVASADO DE BARRAS  
ENERGÉTICAS**



### Anexo 8: Etiqueta del Producto

**K'ALLPA**  
**ENERGIA PURA**  
Barra Energética Funcional de  
Tarwi, Quinua y Jarabe de Yacón

**SIN GLUTEN** **FUENTE DE PROTEÍNA VEGETAL** **PRODUCTO VEGANO** **SIN AZÚCAR AÑADIDO**

CONTENIDO NETO 30g

**¡IMPULSA TU DÍA DE MANERA NATURAL Y SALUDABLE!**

Una barra funcional elaborada con superalimentos que aportan energía ,proteína y bienestar de forma natural. Ideal para antes y despues de entrenar o como un snack nutritivo.

**INGREDIENTES :**  
Jarabe de Yacón, tarwi desamargado ,quinua expandida , chocolate al 80% cacao, mantequilla de maní ,extracto de almendra,semillas de chíá, almendras, stevia con yacón.

**ESTE PRODUCTO CONTIENE 3 SUPERALIMENTOS:**

**TARWI (CHOCHO):** alto en proteína vegetal  
**JARABE DE YACÓN:** endulzante natural, bajo índice glucémico  
**QUINUA:** fuente de energía duradera y fibra

Conservación:  
Mantener en un lugar fresco y seco, lejos de la luz solar directa.

**INFORMACIÓN NUTRICIONAL**

	Por 100g	Por 100g	Por 30g
Energía		417,61 kcal	125,29 kcal
Grasas		9,53 g	2,86 g
Carbohidratos		59,17 g	17,75 g
Fibra		6,14 g	1,84 g
Proteína		23,79 g	7,14 g

Elaborado y Distribuido por:  
Súper Alimentos K'allpa S.A.C.  
Dirección: Cayetano Arenas 151-  
Parque Industrial, Arequipa

3 5 4 6 8 9 5 0 1 8 7 8 4  
Fecha de Vencimiento: 15/05/26 @KallpaBarraAndina Lote: LAK20250915A Perú

*Anexo 9: Ficha Técnica Del Producto*

INFORMACIÓN GENERAL																	
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO:</b>	Barra Energética K'allpa																
																	
<b>FABRIFICANTE:</b>	Súper Alimentos K'allpa S.A.C.																
	<b>Peso Neto:</b> 30g																
<b>DIRECCIÓN:</b>	Cayetano Arenas 152, Parque Industrial - Arequipa, Perú																
	<b>Marca:</b> K'allpa																
	<b>Tipo de Producto:</b> Barra energética funcional																
<b>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</b>	Producto que se obtiene de la mezcla de granos de quinua inflada, harina de tarwi y jarabe de yacón como aglutinante principal y combinados con los demás ingredientes, se compactan mediante presión y son horneados, obteniendo un producto de consistencia firme y a la vez un producto ideal para el consumo como snack energético y nutritivo.																
<b>INFORMACIÓN NUTRICIONAL</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Contenido</th> <th>Por 100g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Contenido Energético</td> <td>417,61 kcal</td> </tr> <tr> <td>Grasa</td> <td>9,53g</td> </tr> <tr> <td>Carbohidratos</td> <td>59,17g</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>6,14g</td> </tr> <tr> <td>Proteína</td> <td>23,79g</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>5,08g</td> </tr> <tr> <td>Cenizas</td> <td>2,53g</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Información Nutricional por Porción (30g):</b> Energía: 125,3 kcal   Proteínas: 7,1g   Carbohidratos: 17,8g   Grasas: 2,9g   Fibra: 1,8g</p>	Contenido	Por 100g	Contenido Energético	417,61 kcal	Grasa	9,53g	Carbohidratos	59,17g	Fibra	6,14g	Proteína	23,79g	Humedad	5,08g	Cenizas	2,53g
Contenido	Por 100g																
Contenido Energético	417,61 kcal																
Grasa	9,53g																
Carbohidratos	59,17g																
Fibra	6,14g																
Proteína	23,79g																
Humedad	5,08g																
Cenizas	2,53g																

<p><b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS Y ORGANOLEPTICAS</b></p>	<p>Azúcares Reductores: 12,75%                  Solidos Solubles: 36,9%                  Sensorial Sabor: Característico del producto, libre de olores extraños                  Sensorial Color: Marrón Oscuro                  Sensorial Aspecto: Sólido, firme al tacto                  Sensorial Olor: Característico del producto, libre de olores extraños</p>															
<p><b>CARACTERÍSTICA MICROBIOLÓGICAS</b></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Resultado</th> <th>Unid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recuento de Microorganismos aerobios</td> <td>90×10<sup>2</sup></td> <td>ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Recuento de Coliformes</td> <td>&lt;3</td> <td>NMP/g</td> </tr> <tr> <td>Recuento de Levaduras</td> <td>&lt;10(e)</td> <td>ufc/g</td> </tr> <tr> <td>Recuento de Mohos</td> <td>&lt;10(e)</td> <td>ufc/g</td> </tr> </tbody> </table>		Resultado	Unid	Recuento de Microorganismos aerobios	90×10 <sup>2</sup>	ufc/g	Recuento de Coliformes	<3	NMP/g	Recuento de Levaduras	<10(e)	ufc/g	Recuento de Mohos	<10(e)	ufc/g
	Resultado	Unid														
Recuento de Microorganismos aerobios	90×10 <sup>2</sup>	ufc/g														
Recuento de Coliformes	<3	NMP/g														
Recuento de Levaduras	<10(e)	ufc/g														
Recuento de Mohos	<10(e)	ufc/g														
<p><b>EMPAQUE Y PRESENTACIÓN</b></p>	<p><b>Material de Empaque:</b> Trilaminado con cierre hermético  <b>Presentación:</b> Unidad de 30g  <b>Características:</b> Empaque opaco, resistente a la humedad y protección contra luz</p>															
<p><b>USO Y CONSUMO</b></p>	<p><b>Modo de Consumo:</b> Listo para consumir  <b>Uso Recomendado:</b> Como snack energético, antes o después del ejercicio físico o entre comidas.  <b>Cantidad Sugerida:</b> 1 barra al día.</p>															
<p><b>ALMACENAMIENTO Y VIDA ÚTIL</b></p>	<p><b>Condiciones de Almacenamiento:</b> Mantener en lugar fresco y seco, lejos de la luz solar directa  <b>Temperatura Recomendada:</b> 15°C - 25°C  <b>Vida Útil:</b> 5 meses desde la fecha de producción</p>															

## Anexo 10: Informes de Ensayo de Laboratorio



### INFORME DE ENSAYOS N° 5238-2025-B PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 60 ATM  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 60 Brix ATM  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 367 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

#### CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado, según sea el caso. No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.  
 En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.  
 En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS, la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.  
 Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.  
 El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.  
 BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.  
 El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.  
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.  
 La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).  
 Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)



INFORME DE ENSAYOS N° 5238-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 60 ATM	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	39.44	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: vQIFzw

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.  
mvaldivia@bhioslabs.com  
Av. Quiñones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa  
Yanahuara  
26/07/2025 15:37

PRP-08-F-06-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2  
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



**INFORME DE ENSAYOS N° 5239-2025-B**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 66 ATM  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 66 Brix ATM  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 367 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.  
 No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.  
 En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.  
 En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.  
 Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.  
 El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.  
 BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.  
 El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.  
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.  
 La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).  
 Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



INFORME DE ENSAYOS N° 5239-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 66 ATM	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	43.42	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: gyvQnh

Fin del Informe



Firmado digitalmente por: Miguel Valdivia Martínez  
Gerente Técnico - BHIOS LABORATORIOS S.R.L.  
mvaldivia@bhioslabs.com  
Av. Quiñones B-6 (2do piso) Urb. Magisterial II Etapa  
Yanahuara  
26/07/2025 15:37

PRP-08-F-05-IE Versión: 05 Fecha de Emisión: 2025/05/07 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2  
Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú  
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110  
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio

**INFORME DE ENSAYOS N° 5240-2025-B**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 72 ATM  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 72 Brix ATM  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 374 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS N° 5240-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 72 ATM	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	47.14	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: 2n8tD4

Fin del Informe

**INFORME DE ENSAYOS N° 5235-2025-B**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 60 V  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 60 Brix Vacío  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 374 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS N° 5235-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 60 V	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	34.14	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: 03gZCZ

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS N° 5236-2025-B  
PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 66V  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 66 Brix Vacío  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 366 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

·El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.  
·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.  
·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.  
·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.  
·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.  
·El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.  
·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.  
·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.  
·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.  
·La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).  
·Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS N° 5236-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 66V	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	37.50	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: aczJTs

Fin del Informe

**INFORME DE ENSAYOS N° 5237-2025-B**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : JARABE DE YACON  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Producto viscoso de color anaranjado.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : 72V  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : 72 Brix Vacío  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 366 g aprox., para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En envase de vidrio de cerrado y etiquetado. A una temperatura 19.7°C  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1529-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 16/07/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS N° 5237-2025-B  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	JARABE DE YACON 72V	UNIDADES
FQ	Azúcares Reductores	42.67	%

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje

MÉTODOS UTILIZADOS :

Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 16/07/2025 al 24/07/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 24/07/2025



Contraseña: YIHOGj

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7128-2025-C

PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : BARRA ENERGÉTICA AVENA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Barra de cereal compacta color café oscuro.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 665 g aprox. para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7128-2025-C

PÁGINA 2 DE 2

**Análisis de Composición Proximal  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)**

LAB	DETERMINACIÓN	BARRA ENERGÉTICA AVENA No especificada.	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	60.43	%
FQ	Cenizas	2.01	%
FQ	Energía	416.59	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	5.58	%
FQ	Grasa	10.87	%
FQ	Humedad	7.43	%
FQ	Proteína (F=6.25)	19.26	%

**ABREVIATURAS:**

% : Expresado en porcentaje  
Kcal/100g : Kilo calorías por 100 gramos

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 04/09/2025 al 13/09/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/09/2025



Contraseña: qUb8H

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7130-2025-C

PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : BARRA ENERGÉTICA QUINUA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Barra de cereal compacta color café oscuro.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 644 g aprox. para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7130-2025-C  
PÁGINA 2 DE 2

**Análisis de Composición Proximal  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)**

LAB	DETERMINACIÓN	BARRA ENERGÉTICA QUINUA No especificada.	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	59.17	%
FQ	Cenizas	2.53	%
FQ	Energía	417.61	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	6.14	%
FQ	Grasa	9.53	%
FQ	Humedad	5.08	%
FQ	Proteína (F=6.25)	23.79	%

**ABREVIATURAS:**

% : Expresado en porcentaje  
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 04/09/2025 al 13/09/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 15/09/2025



Contraseña: P1B1W1n

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7129-2025-C

PÁGINA 1 DE 2

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : BARRA ENERGÉTICA KIWICHA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Barra de cereal compacta.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 612 g aprox. para análisis FQ.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7129-2025-C

PÁGINA 2 DE 2

**Análisis de Composición Proximal  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)**

LAB	DETERMINACIÓN	BARRA ENERGÉTICA KIWICHA No especificada.	UNIDADES
FQ	Carbohidratos	58.83	%
FQ	Cenizas	2.66	%
FQ	Energía	421.68	Kcal/100g
FQ	Fibra Cruda	5.27	%
FQ	Grasa	11.36	%
FQ	Humedad	6.12	%
FQ	Proteína (F=6.25)	21.03	%

**ABREVIATURAS:**

% : Expresado en porcentaje  
Kcal/100g : Kilocalorías por 100 gramos

**MÉTODOS UTILIZADOS :**

Análisis de Composición Proximal : Manual de Métodos para el Análisis de Alimentos  
(Humedad, Proteína, Grasa, Fibra, Ceniza, Carbohidratos, Energía)

**FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS :** FQ 04/09/2025 al 13/09/2025  
**FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS :** 15/09/2025



Contraseña: OXFJ0U

Fin del Informe

**INFORME DE ENSAYOS N° 7126-2025-A**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : AVENA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Avena.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 101 g aprox.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso).

INFORME DE ENSAYOS N° 7126-2025-A  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AVENA No especificada.	UNIDADES
MB	Recuento de Coliformes totales	<10(e)	ufc/g

ABREVIATURAS:

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Recuento de Coliformes totales : AOAC 991.14 Chapter 17, Subchapter 3: 17.3.04 - 22nd Ed. (Rev. Online 2005).  
2023. Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. Dry Rehydratable Film  
(Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate Method).

OBSERVACIONES :

(e) : Recuento estimado.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : MB 04/09/2025 al 06/09/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/09/2025



Contraseña: KBnDTI

Fin del Informe

**INFORME DE ENSAYOS N° 7125-2025-A**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : KIWICHA POP  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Kiwicha inflada.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 105 g aprox.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.  
 ·No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.  
 ·En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.  
 ·En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.  
 ·Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.  
 ·El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.  
 ·BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.  
 ·El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.  
 ·Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.  
 ·La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).  
 ·Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso).

INFORME DE ENSAYOS N° 7125-2025-A  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	KIWICHA POP No especificada.	UNIDADES
MB	Recuento de Coliformes totales	<10(e)	ufc/g

ABREVIATURAS:

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Recuento de Coliformes totales : AOAC 991.14 Chapter 17, Subchapter 3: 17.3.04 - 22nd Ed. (Rev. Online 2005).  
2023. Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. Dry Rehydratable Film  
(Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate Method).

OBSERVACIONES :

(e) : Recuento estimado.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : MB 04/09/2025 al 06/09/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/09/2025



Contraseña: 44vix

Fin del Informe

**INFORME DE ENSAYOS N° 7127-2025-A**  
**PÁGINA 1 DE 2**

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : QUINUA POP  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Quinoa inflada.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 101 g aprox.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de polietileno transparente tipo ziploc cerrada etiquetada. A una temperatura de 20.1°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 1939-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 04/09/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso).

INFORME DE ENSAYOS N° 7127-2025-A  
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	QUINUA POP No especificada.	UNIDADES
MB	Recuento de Coliformes totales	<10(e)	ufc/g

ABREVIATURAS:

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Recuento de Coliformes totales : AOAC 991.14 Chapter 17, Subchapter 3: 17.3.04 - 22nd Ed. (Rev. Online 2005).  
2023. Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. Dry Rehydratable Film  
(Petrifilm E. coli/Coliform Count Plate and Petrifilm Coliform Count Plate Method).

OBSERVACIONES :

(e) : Recuento estimado.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : MB 04/09/2025 al 06/09/2025

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 12/09/2025



Contraseña: A97X43

Fin del Informe

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7945-2025-C

PÁGINA 1 DE 3

**SOLICITANTE** : MARIA FERNANDA VELARDE MONTOYA  
**DIRECCIÓN** : COOPERATIVA VIRGEN DEL CARMEN A-8 - YANAHUARA  
**PRODUCTO DECLARADO** : BARRA ENERGÉTICA DE QUINUA  
**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** : Barra de cereal compacta color café oscuro.  
**CODIFICACIÓN / MARCA** : No especificada.  
**DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE** : Ninguno  
**TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA** : 01 muestra de 756 g aprox.  
**PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN** : En bolsa de aluminio cerrada y en bolsa transparente con cierre hermético cerrada. A una temperatura de 20.5°C.  
**CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA** : Recibida en el Laboratorio  
**CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA** : Ninguna (por ser muestra única)  
**FECHA PRODUCCIÓN** : No especificada  
**FECHA DE VENCIMIENTO** : No especificada  
**CONTRATO N°** : 2133-2025  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 01/10/2025

**CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:**

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- La forma oficial de entrega y uso del Informe de Ensayos es: "Digital, en formato (PDF) con una Firma Electrónica Autorizada" (cualquier tipo de edición invalida el documento digital).
- Se tiene la opción, de emitir el Informe de Ensayos de manera "Impresa/Física a partir del documento digital, visado con un Sello y Firma Manuscrita". (cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el documento impreso)

INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7945-2025-C

PÁGINA 2 DE 3

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	BARRA ENERGÉTICA DE QUINUA No especificada.	UNIDADES
MB	Recuento de Microorganismos aerobios	<10 <sup>3</sup>	ufc/g
MB	Recuento de Coliformes*	<3	NMP/g
FQ	Sensorial Sabor*	Característico del producto, libre de olores extraños	---
FQ	Azúcares Reductores*	12.78	%
FQ	Sólidos Solubles*	36.9	%
FQ	Sensorial Color*	Marrón oscuro	---
FQ	Sensorial Aspecto*	Sólido, firme al tacto	---
FQ	Sensorial Olor*	Característico del producto, libre de olores extraños	---

ABREVIATURAS:

% : Expresado en porcentaje  
 --- : No Aplica  
 NMP/g : Número más probable por gramo  
 ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Recuento de Microorganismos aerobios : ICMSF Método 1. Pag 120-124, Vol 1, 2º Ed., 1983 (Reimpresión 2000). 1983.  
 Recuento estándar en placa, recuento en placa por siembra en todo el medio o recuento en placa de microorganismos aerobios  
 Recuento de Coliformes : ICMSF Método 1, Pag 132-133, Vol 1, 2º Ed., 1983 (Reimpresión 2000). 1983.  
 Técnica del Numero mas Probable (NMP). Método 1 (Norteamericano)  
 Sensorial Sabor : NTP-ISO 6658:2020. Análisis sensorial. Metodología. Guía general  
 Azúcares Reductores : Lees, R. 1982. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de Control de Calidad. Determinación de Azúcares Reductores, C28a. Pág.116. Editorial Acribia. 2da Edición Española. Zaragoza.  
 Sólidos Solubles : Norma Técnica Peruana 203.072 : 1977 Productos Elaborados a partir de Frutas y otros vegetales. Determinación de Sólidos Solubles  
 Sensorial Color : NTP-ISO 6658:2020. Análisis sensorial. Metodología. Guía general  
 Sensorial Aspecto : NTP-ISO 6658:2020. Análisis sensorial. Metodología. Guía general  
 Sensorial Olor : NTP-ISO 6658:2020. Análisis sensorial. Metodología. Guía general

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
 ^: Este símbolo, indica un exponente.  
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)  
 (e) : Recuento estimado.

Recuento de Mohos / Levaduras

LAB	DETERMINACIÓN	BARRA ENERGÉTICA DE QUINUA No especificada.	UNIDADES
MB	Recuento de Levaduras	<10(e)	ufc/g
MB	Recuento de Mohos	<10(e)	ufc/g

ABREVIATURAS:

ufc/g : Unidades formadoras de colonia por gramo

MÉTODOS UTILIZADOS :

Recuento de Mohos / Levaduras : ICMSF, PAG. 166-167. Vol 1, 2da. Ed., 1983 (REIMPRESIÓN 2000). 1983. Método de Recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio

OBSERVACIONES :

\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA  
 ^: Este símbolo, indica un exponente.  
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método / "N.D." No detectado (Por debajo del límite de detección del método)  
 (e) : Recuento estimado.

**INFORME DE ENSAYOS CONSOLIDADO N° 7945-2025-C**

**PÁGINA 3 DE 3**

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : **FQ** 01/10/2025 al 13/10/2025  
**MB** 01/10/2025 al 06/10/2025  
FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 13/10/2025



Contraseña: LUDUYV

---

Fin del Informe