



# Micaela

Revista de Investigación - UNAMBA

Volumen 6 Núm. 1 año (2025) - <https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>

ISSN: 2955-8646 (e) - ISSN: 2709-8990



# 2024



# FERCOT

Feria de Ciencia y Tecnología - 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL  
MICAELA BASTIDAS  
DE APURÍMAC



ISSN: 2709-8990



## Comité Editorial

- **Director:** Dr. Ecler Mamani Vilca
- **Editor:** Dr. Almer Ventura Roman
- **Comité científico:** Mag. Franklin Lozano Cusi

## Equipo Técnico:

- Alfredo Huamán Cuya  
*Universidad Nacional José María Arguedas – Perú*
- Edwar Ilasaca Cahuata  
*Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú*
- Ernesto Mauro Suarez Lopez  
*Universidad Nacional de San Agustín*
- Harnold Segundo Portocarrero Prado  
*Universidad Nacional del Altiplano – Perú*
- Iris Eufemia Paredes Gonzales  
*Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – Perú*
- José L. Velasquez Garambel  
*Universidad Nacional del Altiplano – Perú*
- Luis Fernando Pérez Falcón  
*Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú*
- Martha Liliana Muñoz Delgado  
*Universidad del Valle de Colombia*
- Pascual Ayamamani Collanqui  
*Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba – Perú*
- Pedro Walter Bravo Matheus  
*Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – Perú*
- Ricardo José Linares Juarez  
*Pontificia Universidad Católica del Perú*
- Roosevelt E. Mamani Quispe  
*Pontificia Universidad Católica de Chile*
- Víctor Bustinza Choque  
*Universidad Nacional del Altiplano – Perú*
- Aldo Alim Valderrama Pone  
*Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú*
- Virgilio Machaca Machaca  
*Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – Perú*
- Evelyn Yeni Medrano Kari  
*Universidad Tecnológica de los Andes– Perú*

**Periodicidad:** Semestral

Vol. 6 Núm. 1 año (2025)

**Áreas temáticas:** Multidisciplinaria

**Editorial:** UNAMBA – Perú

Vice Rectorado de Investigación

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°  
2020- 10220

## Editorial

Con gran satisfacción presentamos este número especial dedicado a los destacados proyectos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac exhibidos en la Feria Regional de Ciencia y Tecnología (FERCYT) 2024, donde nuestros talentosos estudiantes demostraron el potencial científico y tecnológico de nuestra región. En esta edición, publicamos investigaciones innovadoras que abordan desafíos locales, trabajos que no solo reflejan el rigor académico de nuestra casa de estudios, sino también su compromiso con el desarrollo sostenible de Apurímac. Estos logros, fruto de la dedicación estudiantil y la asesoría docente, posicionan a la UNAMBA como un referente regional en investigación aplicada, invitándonos a seguir impulsando la ciencia como motor de progreso para nuestra sociedad.

Director: Dr. Ecler Mamani Vilca





# Micaela

Revista de investigación - UNAMBA

## Autores

- Royer Elvis Moreano Condorcuya
  - Omar Piazarro Cahuana
  - Erech Ordoñez Ramos
  - Alejandrina Huaylla Quispe
  - Avelina Avalos Rozas
  - Concepción Pizarro Cahuana
  - Luis Fernando Pérez Falcon
  - Liz Alejandra Román Cruz
  - Liz Mery Mendieta Navío
  - Luis Fernando Pérez Falcon
  - Billy Sebastian Carlin Condori
  - Luis Fernando Chumbes Ramos
  - Yuliana Miriam Tomaylla Gutierrez
  - Rommy Lucero Donaires Villegas
  - Lycet Caceres Bustinza
  - Edison Caillahua Alvis
  - Melani Isabel Mendoza Pumacayo
  - Fanny Silva Noriega
  - Carlos Daniel Huachallanqui Olivera
  - Yordan Espinoza Torres
  - Maria Magdalena Villegas Huamani
  - Luz Marina Apaza Gomez
  - Francisco Cari Incahuanaco
  - John Abraham Aguirre Carrasco
- Michael Rivas Baca
  - Hilda Maribel Huayhua Mamani
  - Juan José Villano Pérez
  - Marco Antonio Menejes Ramírez
  - Sandra Pampañaupa Morel
  - Víctor Hugo Sarmiento Casavilca
  - Jhesmin Katherin Castillo Totocayo
  - José Simón Molina Llachua
  - Janeth Soras Nina
  - Sidane Stalyn Borda Vargas
  - Víctor Hugo Sarmiento Casavilca
  - Valenzuela Cayturo Evelyne
  - Cruz Chipane Yolida
  - Huilcahua Sierra Dorca Betzabe
  - Peña Huallpa Carmen Rosa
  - Pillaca Vilca Luis Antonio
  - Angela Brigit Cruzado-Meza
  - María Rosa Ccorahua-Sequeiros
- Dr. Ecler Mamani Vilca / Director del Comité Editorial

Av. Garcilaso C.U Tamburco, Abancay Telef, +51983747138

Apurímac – Perú eclervirtual@unamba.edu.pe

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2020-10220 ISSN: 2709-8990

ISSN: 2955-8646 (e)- ISSN: 2709-8990

Tiraje: 500 ejemplares

Volumen 6 Número 1 – 2025

Se terminó de imprimir en El Misti EIRL

RUC 20450599108 - Cel: 950-509953, imprentamisti@hotmail.com

**01**

Aplicación de Aprendizaje Automático para la Predicción de la Calidad del Agua Potable en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

*Pág.*

---

**08**

Elaboración de tallarines con adición de harina de Mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y extracto de betarraga (*Beta vulgaris*)

*Pág.*

---

**15**

Elaboración de bebida funcional de manzana (*Malus domestica*), hierba luisa (*Aloysia citrodora*), linaza (*Linum usitatissimum*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni)

*Pág.*

---

**21**

ApuGo App móvil para promocionar el turismo, conectando visitantes y cultura

*Pág.*

---

**28**

Evaluación de la concentración de hidrocoloide de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el proceso de elaboración de manjar a partir de leche de cabra

*Pág.*

---

**36**

Sistema de Tratamiento para la Optimización de Aguas Residuales en Sistemas Sanitarios y Áreas Verdes de la UNAMBA

*Pág.*

INDICE

**43**

*Pág.*

Diseño e implementación de un sistema inteligente de riego y monitoreo para cultivos de fresas bajo invernadero en zonas altas de Abancay

---

**51**

*Pág.*

Propuesta para establecer una tipología de las élites locales en Abancay

---

**60**

*Pág.*

Helado Artesanal Fortificado con Proteínas de Larvas de Mosca Soldado (*Hermetia illucens*): Evaluaciones Sensoriales y Nutricionales

---

**66**

*Pág.*

Aplicación del Ozono como Agente Mejorador en la Elaboración de Masas Panaderas

---

**73**

*Pág.*

Desarrollo de Métodos de Pruebas Aceleradas para Evaluar la Vida Útil caso Miel Crema: Preguntas de Investigación y Desafíos

---

**79**

*Pág.*

Aceptabilidad de un yogurt griego probiótico con jalea de mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) y maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 1- 7  
Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.169>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-9354-5137>  
Royer Elvis Moreano-Condorcuya, estudiante de la Escuela Académica Profesional Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0005-5374> Aron Omar Pizarro-Cahuana, estudiante de la Escuela Académica Profesional Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-3058-9683>  
Erech Ordoñez-Ramos, docente del Departamento de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, [eordonhez@unamba.edu.pe](mailto:eordonhez@unamba.edu.pe)
4. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-0258-8632>  
Alejandrina Huaylla-Quispe, docente del Departamento de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, [ahuaylla@unamba.edu.pe](mailto:ahuaylla@unamba.edu.pe)

## Aplicación de Aprendizaje Automático para la Predicción de la Calidad del Agua Potable en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

### Machine Learning Application for the Prediction of Drinking Water Quality at the Micaela Bastidas National University of Apurímac

Royer Elvis Moreano-Condorcuya<sup>1</sup>, Aron Omar Pizarro-Cahuana<sup>2</sup>, Erech Ordoñez-Ramos<sup>3</sup> y Alejandrina Huaylla-Quispe<sup>4</sup>

**Resumen.** El presente proyecto de investigación se transcribió para presentar al concurso de Feria de Ciencia y Tecnología FERCYT del 2024, en la categoría de póster científico, organizado por la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, el proyecto de investigación tiene por objetivo evaluar la calidad del agua potable que llega a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA) para ello se usara modelos de aprendizaje predictivo como lo son Redes Neuronales (RN) y Sistemas Neuro-Difusos Adaptativos (ANFIS). Los datos se recopilarán en la universidad, se analizarán con los indicadores de la calidad del agua. Los modelos se corroboran mediante el uso de las métricas como RMSE que es el error cuadrático medio, MAE que es el error absoluto medio, y  $R^2$  que es el coeficiente de determinación, las pruebas estadísticas que se usaran son T student para evaluar diferencias significativas en los parámetros de calidad antes y después del ajuste de modelos predictivos y ANOVA para comparar los desempeños de RN y ANFIS en diferentes parámetros de calidad del agua. Se espera que los resultados permitan implementar sistemas de monitoreo en tiempo real, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua en la institución [1] -[2]

**Palabras clave:** Aprendizaje automático, calidad del agua, predicción, redes neuronales, ANFIS.

**Abstract.** This research project was transcribed to present to the FERCYT Science and Technology Fair contest of 2024, in the scientific poster category, organized by the Micaela Bastidas University of Apurímac, the research project aims to evaluate the quality of drinking water that arrives at the Micaela Bastidas de Apurímac National University (UNAMBA) for this purpose, predictive learning models such as Neural Networks (RN) and Systems will be used. Adaptive Neuro-Diffuse (ANFIS). Data will be collected at the university, analyzed with water quality indicators. The models are corroborated by using metrics such as RMSE, which is the mean square error, MAE, which is the mean absolute error, and  $R^2$ , which is the coefficient of determination. The statistical tests that will be used are T student to evaluate significant differences in the quality parameters before and after fitting predictive models and ANOVA to compare the performances of RN and ANFIS on different water quality parameters. It is expected that the results will allow the implementation of real-time monitoring systems, contributing to the improvement of water quality in the institution.

**Keywords:** Machine learning, water quality, prediction, neural networks, ANFIS.

## 1 Introducción

Hay varias fuentes de agua tanto para beber como para riego, incluidos ríos, arroyos, lluvia y aguas subterráneas (a las que se accede a través de pozos y perforaciones). La naturaleza y las características de una fuente de agua son a menudo factores críticos que influyen en los componentes de las muestras de agua obtenidas en ella. Más allá de los



factores naturales, los desechos químicos de actividades humanas como la minería, la extracción de petróleo crudo y los desechos industriales, con mayor frecuencia terminan en arroyos, ríos y otras fuentes de agua, cambiando la naturaleza y las propiedades de estas aguas [3]. La posible contaminación de este recurso representa un riesgo significativo a nivel global, impulsando la necesidad de concienciación sobre la importancia de preservar este recurso, el monitoreo constante requiere de un proceso de concientización sobre el agotamiento del recurso, y su impacto económico, social y político [4]. Numerosos problemas de calidad del agua, como el drenaje ácido de las minas, la salinización y la sedimentación resultantes de las actividades mineras, y problemas de eutrofización y contaminación microbiana también persisten debido a fallas en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales [5] además, la cantidad limitada de datos sobre la calidad del agua (CA) se atribuye principalmente a una capacidad limitada de seguimiento y presentación de informes, especialmente en los países subdesarrollados [6]. Con ello nos damos cuenta acerca de la problemática actual que estamos enfrentando debido a la falta de información y métricas acerca de la calidad del agua. Esto resalta la importancia de desarrollar soluciones más eficientes y accesibles, especialmente cuando se trata de garantizar agua de calidad para las personas, un recurso esencial para la vida y la salud

En [7] se pudo demostrar la efectividad de los métodos de aprendizaje con respecto a los métodos tradicionales y con la ayuda de los sensores de IoT se mejoró la recopilación de datos en tiempo real a diferencia del muestreo manual que consumen mayor tiempo y son propensos a errores, y con ello se pudo comprender los factores que afectaban el crecimiento de las algas. Además, en [3] propuso un sistema de red con sensores en presas y tratamientos de agua, así mismo se consideraron 3 modelos de aprendizaje automático los cuales procesaban los datos enviados a través de los sensores, estos resultados indicaban los índices de la calidad del agua (WQI e IWQI) para determinar las propiedades adecuadas del agua para el consumo humano y riego. En [8] se desarrolló un proyecto en el análisis y calidad del agua, mediante sensores se obtuvieron resultados que fueron enviados para ser limpiados, normalizados y analizados utilizando técnicas de aprendizaje automático y con ello se evaluaron los resultados con métricas de validación, esto produjo una mejora en la precisión de datos, monitoreo continuo, reducción de costos y acceso a datos remotos. Con respecto a [9] para evaluar y monitorear la calidad del agua superficial es necesario utilizar técnicas de inteligencia artificial especialmente de aprendizaje automático como las redes neuronales, el objetivo de ese proyecto fue categorizar y predecir el índice de calidad de agua y con ello se obtuvieron resultados óptimos en la precisión de la predicción, también se pudo identificar tendencias o patrones que permitieron mejorar el monitoreo y por último estos datos fueron visualizados en un mapa de calor donde se observa claramente las fluctuaciones geográficas de estos parámetros con respecto al ICA. Se menciona en [10] que para poder analizar la calidad de agua implementaron mediante sensores que capturaban la información y posterior mente lo enviaban a la nube donde los modelos automáticos operaban para clasificarlos, para el entrenamiento usaron un conjunto de datos multiclase de China lo cual ayudo a la precisión a la hora de analizar la calidad del agua

Como sabemos, la calidad del agua potable es un aspecto crítico para garantizar la salud de las comunidades académicas y mejorar el bienestar general. En la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac (UNAMBA), la calidad del agua que llega a sus instalaciones es fundamental para las actividades diarias de estudiantes y personal. Sin embargo, no existe un sistema eficiente de monitoreo en tiempo real que permita evaluar esta calidad de manera continua. Por ello, este proyecto busca desarrollar un modelo predictivo basado en aprendizaje automático que optimice este proceso [2]. Por ende, se identificó una problemática en la falta de un sistema automatizado de monitoreo de calidad de agua en la UNAMBA. debido a que los métodos tradicionales de monitoreo y predicción de la calidad del agua a menudo están limitados por su costo, su consumo de tiempo y su incapacidad para capturar datos en tiempo real [8]. Con esta problemática nace la idea de diseñar y evaluar modelos predictivos basados en aprendizaje automático para estimar la calidad del agua potable en la UNAMBA, para ello se recopilará y analizará muestras de agua directamente de las instalaciones de la UNAMBA, también se desarrollará modelos predictivos basados en RN y ANFIS. Para ello evaluaremos el rendimiento de los modelos mediante métricas estándar y por último validaremos la eficacia de los modelos en condiciones locales de operación.

## 1.1 Evaluación de la calidad del agua

Abordar estos desafíos ambientales requiere un enfoque integral que combine experiencia científica, colaboración de las partes interesadas y recursos adecuados [8]. Esto significa que al querer solucionar este tipo de problemas con respecto a la calidad del agua no solo debemos basarnos en ciencia o tecnología, sino usar ambas áreas para generar una solución eficiente y funcional. Con ello, la implementación de IoT permite el despliegue de redes de sensores en cuerpos de agua, recopilando una gran cantidad de datos sobre diversos parámetros de calidad del agua (WQP) [8]. Esto representa un avance significativo y una gran importancia debido a que el agua para el consumo humano debe seguir ciertos criterios indispensables en sus parámetros. La figura 1 muestra los escenarios de evaluación de la calidad del agua.

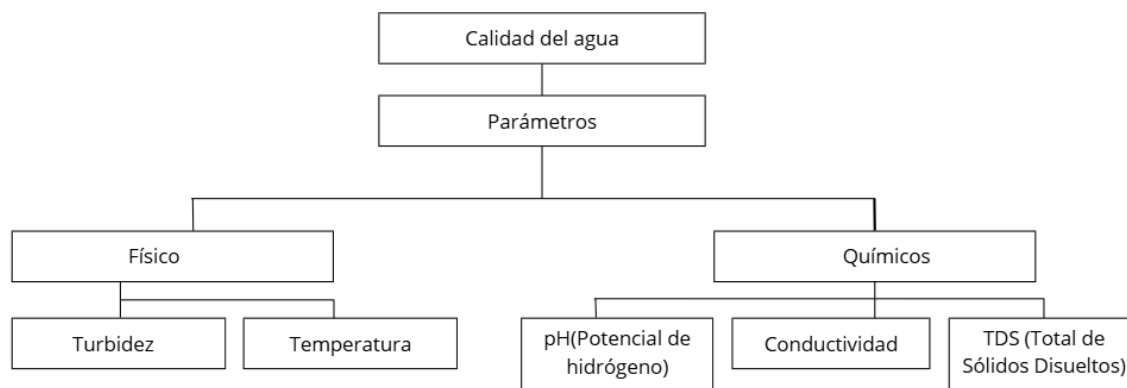


Figura 1. Evaluación para calidad de agua.

La variable turbidez proporciona una visión fundamental del estado del agua, la temperatura indicará si el agua es potencialmente apta para la proliferación de bacterias, la variable OPR se analiza para descartar una contaminación por bacterias y los valores del sensor TDS, permiten discriminar el origen de la turbiedad del agua [11].

Además, se medirá la acidez del agua el pH, el ORP, la conductividad, la temperatura y la presión barométrica en el nivel de agua, que son factores para considerar a la hora de evaluar la calidad del agua para consumo humano [12]. Por ende, consideramos cruciales estos parámetros para analizar la calidad del agua como se muestra en la Figura 1.

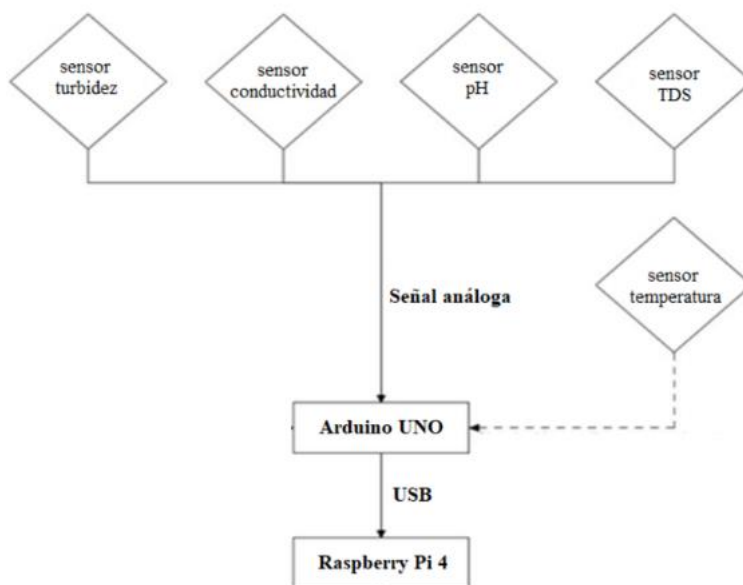


Figura 2. Diseño del diagrama de procesos

La elección del microcontrolador es una decisión importante en cualquier proyecto electrónico, de él depende el resto del sistema y, por tanto, hay ciertos requisitos que se deben cumplir para que el sistema funcione correctamente. Estos requisitos suelen ser de memoria, de números de pines o que sea capaz de implementar de forma sencilla protocolos de comunicación [12]. Para nuestro proyecto hemos considerado al Arduino Uno que se encargará de obtener los datos recopilados de los sensores y el Raspberry como se muestra en la Figura 2, el cual obtendrá los datos del Arduino a través de un USB para llevar a cabo los procesamientos más complejos que son el Machine Learning.

## 1.2 Modelo predictivo

Sistema de inferencia neuro difusa adaptativa (ANFIS): Es una combinación de sistema difuso y la capacidad de aprendizaje de las redes neuronales [13]. En lógica difusa, los datos de entrada se convierten en valores difusos mediante el empleo de funciones de pertenencia. Los valores difusos están comprendidos entre 0 y 1.

En ANFIS, las reglas se definen en función de sus antecedentes (Si parte) y consecuentes (Entonces parte) y estas reglas se almacenan en un sistema de reglas difusas (las reglas 'SI-ENTONCES'). Las dos ecuaciones (1 y 2) muestran las reglas para un modelo ANFIS de Sugeno con dos entradas (x e y) y una salida f .

$$\text{Regla 1: Si } x \text{ es } P_1 \text{ y es } Q_1; \text{ entonces } f_1 = p_1x + q_1y + r_1 \quad (1)$$

$$\text{Regla 2: Si } x \text{ es } P_2 \text{ y es } Q_2; \text{ entonces } f_2 = p_2x + q_2y + r_2 \quad (2)$$

Pi y Qi son conjuntos difusos, fi representa la salida dentro de la región difusa y pi, qi y ri son los parámetros de diseño determinados durante el proceso de entrenamiento, La figura 3 muestra la arquitectura de un ANFIS con dos entradas (x e y) y una salida (f).

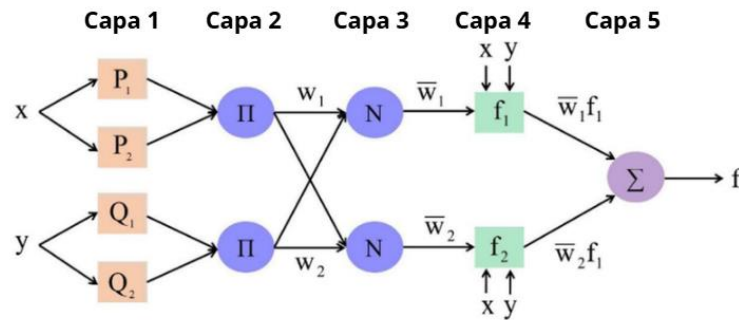


Figura 3. Arquitectura del modelo ANFIS con 2 entradas y 5 capas

## 2 Método

Las variables que se tomaron en consideración fueron, como variable dependiente: La calidad del agua potable, medida a través de parámetros fisicoquímicos y biológicos como pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrógeno y coliformes fecales. El desempeño del modelo se evaluará utilizando métricas como RMSE, MAE y R<sup>2</sup>, que reflejarán la capacidad de los modelos para predecir con precisión estos parámetros. Las variables independientes: Los modelos predictivos basados en aprendizaje automático, específicamente Redes Neuronales (RN) y Sistemas Neuro-Difusos Adaptativos (ANFIS). Estas herramientas son las que se manipularán para evaluar su impacto en la predicción de la calidad del agua.

### 2.1 Tipo de investigación

Tipo de investigación será aplicada y cuantitativa porque se desarrollará un modelo de aprendizaje automático o Machine Learning que pueda analizar la calidad del agua en tiempo real mediante el uso de sensores. El diseño de la Investigación será experimental, se diseñará un experimento en el que se medirán los parámetros de la calidad del agua de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac red de distribución de JASS de Bancapata donde se obtendrán los datos que servirán para entrenar, validar y evaluar el modelo. Se comparará el los desempeños de los modelos de RN y ANFIS utilizando datos obtenidos directamente en la UNAMBA [14].

### 2.2 Instrumentos de recolección de datos

- Sistema de sensores integrados: Sensores de pH, turbidez, TDS y conductividad eléctrica para recopilar información de calidad del agua.
- Microcontroladores: Arduino uno, Raspberry Pi para capturar y transmitir datos de los sensores.
- Software de captura de datos: Excel o Firebase para registrar y almacenar las lecturas obtenidas.

### 2.3 Instrumentos de medición

- Sistema de sensores integrados: Sensores específicos para medir directamente pH, turbidez, TDS y conductividad eléctrica.
- Microcontroladores: Uso para operar y garantizar mediciones precisas de los sensores.

- Red de distribución de JAAS Bancapata: Análisis directo de la calidad del agua en puntos específicos de esta red.

## 2.4 Procedimiento propuesto

- A) Fase 1: Recopilación de datos
- Toma de muestras de agua en distintos puntos de las instalaciones de la UNAMBA (red de distribución de JAAS de Bancapata).
  - Análisis de parámetros como pH, turbidez, oxígeno disuelto, nitrógeno, y coliformes fecales.
- B) Fase 2: Preprocesamiento
- Depuración de los datos: Normalización de datos y eliminación de valores atípicos.
  - División de los datos en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba [13]
- C) Fase 3: Desarrollo de los modelos
- Redes Neuronales: Configuración y ajuste de hiperparámetros utilizando TensorFlow [15].
  - ANFIS: Implementación de sistemas difusos en MATLAB para modelar incertidumbre [16].
- D) Fase 4: Evaluación
- Aplicación de métricas como RMSE, MAE y  $R^2$  para comparar desempeños.
- E) Fase 5: Validación cruzada
- Uso de K-fold para garantizar la generalización de los modelos.

## 2.5 Población y muestra

La población que se usara es el agua de diversos puntos de las instalaciones de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac La muestra que se recolectará será de la red de distribución de JAAS de Bancapata. y será dividida en 2 uno para el entrenamiento de los modelos de aprendizaje y el otro para la validación del modelo  
Criterio de exclusión: muestras de agua que no pertenezcan a la red de distribución de JAAS de Bancapata

## 2.6 Diseño estadístico

### 2.7 Para evaluar diferencias significativas en los parámetros de calidad antes y después del ajuste de modelos predictivos

- a) Hipótesis estadísticas:
- $H_0$ : No hay diferencia entre los parámetros de calidad antes y después del ajuste de modelos predictivos
  - $H_1$ : Hay diferencias entre los parámetros de calidad antes y después del ajuste de modelos predictivos
- b) Pruebas estadísticas
- Prueba t de Student: Se utilizará para comparar el promedio de la calidad del agua antes y después del ajuste de los modelos predictivos

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{n}}} \quad (3)$$

- c) Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 5%

### 2.8 Para comparar los desempeños de RN y ANFIS en diferentes parámetros de calidad del agua

- a) Hipótesis estadísticas:
- $H_0$ : No hay diferencia significativa entre los modelos RN y ANFIS en la calidad del agua
  - $H_1$ : Existe una diferencia significativa entre los modelos RN y ANFIS en la calidad del agua

b) Pruebas estadísticas

- Prueba de ANOVA: Se utilizará para comparar los desempeños de RN y ANFIS en diferentes parámetros de calidad del agua, usando los diferentes parámetros. Para medir su desempeño se usará el error cuadrático medio o RMSE

Formula para hallar el error cuadrático medio

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(\hat{y}_i - y_i)^2}{n}} \quad (4)$$

Formula de ANOVA

$$F = \frac{\text{Variabilidad entre los modelos (RN y ANFIS)}}{\text{Variabilidad dentro de los modelos}} \quad (5)$$

c) Nivel de significancia ( $\alpha$ ): 5%

## 2.9 Herramientas

- Análisis del agua de la UNAMBA [15]
- MATLAB para el desarrollo de ANFIS [16]
- Python y TensorFlow para las RN [17]

## 3 Discusiones esperadas

Se anticipa que las RN demuestren mejor rendimiento en escenarios con relaciones no lineales complejas, mientras que ANFIS será más robusto en situaciones de incertidumbre. Los resultados incluirán:

- Gráficos comparativos: Curvas de aprendizaje y diagramas de barras que muestren RMSE y MAE para cada modelo [17].
- Tablas resumen: Comparación de desempeño de RN y ANFIS en distintas variables.
- Validaciones cruzadas: Indicadores de generalización [15].
- Análisis estadístico: Confirmación de diferencias significativas en los resultados mediante pruebas T y ANOVA [1].

## 4 Conclusiones esperadas

Se espera que los resultados respalden el uso de aprendizaje automático como herramienta clave para el monitoreo de calidad del agua en la UNAMBA. Los estudios de [14]-[1] sugieren que estas técnicas superaron los enfoques tradicionales a la hora de comparar en la rapidez y precisión. Estos hallazgos pueden sentar las bases para la implementación de sistemas de monitoreo continuo en la universidad [16]. Desafíos potenciales, variabilidad en las condiciones locales del agua, dependencia de la calidad inicial de los datos obtenidos.

Se prevé que el aprendizaje automático ofrezca soluciones viables para la gestión de calidad del agua en la UNAMBA, destacándose:

- RN: Mayor precisión en relaciones no lineales complejas [1].
- ANFIS: Mejor capacidad para manejar incertidumbre en los datos [13].
- Contribuciones: Desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real adaptado a las condiciones específicas en la universidad [16]-[17].

## 5 Agradecimiento

Estamos agradecidos con Vicerrectorado de Investigación, así mismo con nuestra alma mater que es la magnánima Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. También expresamos nuestra gratitud a nuestros asesores Erech Ordoñez Ramos y Alejandrina Huaylla Quispe, quienes nos brindaron los recursos necesarios y su apoyo constante para

el desarrollo del trabajo. Así mismo, esta agradable experiencia nos sirvió para tener un enfoque más relevante de nuestra carrera y de esta manera seguir desarrollando proyectos innovadores, contribuyendo con el desarrollo tecnológico.

## 6 Referencias

- [1] X. Zhang, L. Yao, X. Wang, J. Monaghan, D. McAlpine, and Y. Zhang, "A survey on deep learning-based non-invasive brain signals: recent advances and new frontiers," *J Neural Eng*, vol. 18, no. 3, p. 031002, 2021, doi: 10.1088/1741-2552/abc902.
- [2] M. RadFard *et al.*, "Protocol for the estimation of drinking water quality index (DWQI)in water resources: Artificial neural network (ANFIS)and Arc-Gis," *MethodsX*, vol. 6, pp. 1021–1029, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.mex.2019.04.027.
- [3] O. O. Ajayi, A. B. Bagula, H. C. Maluleke, Z. Gaffoor, N. Jovanovic, and K. C. Pietersen, "WaterNet: A Network for Monitoring and Assessing Water Quality for Drinking and Irrigation Purposes," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 48318–48337, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3172274.
- [4] R. G. Zhindon-Almeida, R. A. Sánchez-Ancajima, and W. J. Castañeda-Guzmán, "Análisis estadístico de parámetros de calidad del agua del Estero El Macho en la ciudad de Machala-Ecuador.," *Revista de Ciencias Sociales (13159518)*, vol. 30, pp. 489-489–513, 2024, [Online]. Available: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fap&AN=179635399&site=eds-live>
- [5] J. T. Sindane and L.-A. S. Modley, "The impacts of poor water quality on the residential areas of Emfuleni local municipality: a case study of perceptions in the Rietspruit River catchment in South Africa," *Urban Water J*, vol. 20, no. 10, pp. 1568–1578, Nov. 2023, doi: 10.1080/1573062X.2022.2030763.
- [6] G. A. Lopez-Ramirez and A. Aragon-Zavala, "Wireless Sensor Networks for Water Quality Monitoring: A Comprehensive Review," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 95120–95142, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3308905.
- [7] N. A. P. Rostam, N. H. A. H. Malim, R. Abdullah, A. L. Ahmad, B. S. Ooi, and D. J. C. Chan, "A Complete Proposed Framework for Coastal Water Quality Monitoring System with Algae Predictive Model," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 108249–108265, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3102044.
- [8] M. A. Rahu, A. F. Chandio, K. Aurangzeb, S. Karim, M. Alhussein, and M. S. Anwar, "Toward Design of Internet of Things and Machine Learning-Enabled Frameworks for Analysis and Prediction of Water Quality," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 101055–101086, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3315649.
- [9] R. Rana *et al.*, "Artificial Intelligence for Surface Water Quality Evaluation, Monitoring and Assessment," *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 22, Nov. 2023, doi: 10.3390/w15223919.
- [10] Md. S. Bin Shahid *et al.*, "Hypertuning-Based Ensemble Machine Learning Approach for Real-Time Water Quality Monitoring and Prediction.," *Applied Sciences (2076-3417)*, vol. 14, no. 19, pp. 8622-8622–8640, 2024, doi: 10.3390/app14198622.
- [11] A. Conejeros Molina, H. Pichunman, B. L. Martinez-Jimenez, and A. P. Remior, "Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural," 2021.
- [12] A. Rodríguez Rodríguez, J. R. Vento Álvarez, J. Garrido González, and V. Rodríguez Benitez, "Monitoring tool for water quality and quick alert of flooding," *Sistemas y Telemática*, vol. 16, no. 44, pp. 25–34, Feb. 2018, doi: 10.18046/syt.v16i44.2725.
- [13] Z. M. Yaseen, M. M. Ramal, L. Diop, O. Jaafar, V. Demir, and O. Kisi, "Hybrid Adaptive Neuro-Fuzzy Models for Water Quality Index Estimation," *Water Resources Management*, vol. 32, no. 7, pp. 2227–2245, May 2018, doi: 10.1007/s11269-018-1915-7.
- [14] World Health Organizatio, "SAFER WATER, BETTER HEALTH," *World Health Organizatio*, 2019, Accessed: Dec. 28, 2024. [Online]. Available: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/329905/9789241516891-eng.pdf>
- [15] S. Zhu and S. Heddam, "Prediction of dissolved oxygen in urban rivers at the three Gorges reservoir, China: Extreme learning machines (ELM) versus artificial neural network (ANN)," *Water Quality Research Journal*, vol. 55, no. 1, pp. 106–118, Feb. 2020, doi: 10.2166/WQRJ.2019.053.
- [16] S. H. Ewaid, S. A. Abed, and S. A. Kadhum, "Predicting the Tigris River water quality within Baghdad, Iraq by using water quality index and regression analysis," *Environ Technol Innov*, vol. 11, pp. 390-390–398, 2018, doi: 10.1016/j.eti.2018.06.013.
- [17] A. Azad, H. Karami, S. Farzin, S. F. Mousavi, and O. Kisi, "Modeling river water quality parameters using modified adaptive neuro fuzzy inference system," *Water Science and Engineering*, vol. 12, no. 1, pp. 45–54, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.wse.2018.11.001.

Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>

Páginas: 8- 14

Recibido 23/12/2025; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.170>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0006-3100-2916> Liz Avelina Avalos Rozas, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac 201269@unamba.edu.pe
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0000-6839-7866> Melany Concepción Pizarro Cahuana, está en la Universidad micaela bastidas de Apurímac 211089@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-9463-0489> Luis Fernando Pérez- Falcon, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac lfperez@unamba.edu.pe

## Elaboración de tallarines con adición de harina de Mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y extracto de betarraga (*Beta vulgaris*)

### Preparation of noodles with the addition of black Mashua flour (*Tropaeolum tuberosum*) and beet extract (*Beta vulgaris*)

Liz Avelina Avalos-Rozas<sup>1</sup>, Melany Concepción Pizarro-Cahuana<sup>2</sup>

Luis Fernando Pérez Falcón<sup>3</sup>

**Resumen.** Este trabajo de investigación para el concurso de la categoría póster científico, detalla la creación de un nuevo tipo de tallarines funcionales a base de harina de trigo (*Triticum durum*, *T. compactum*), con sustitución parcial de harina de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y adición de extracto de 2024-10-29 (*Beta vulgaris*). El proceso incluyó la obtención de harina de mashua negra mediante un lecho fluidizado y molienda, logrando un rendimiento del 10%. Se empleó un enfoque mixto mediante ensayos de laboratorio para evaluar diferentes formulaciones.

Se analizaron proporciones del 5%, 10% y 15% de harina de mashua, y se sustituyó el agua necesaria para la formulación con extracto de betarraga, considerando parámetros sensoriales como color, sabor y textura. La fórmula seleccionada fue aquella con un 5% de harina de mashua, debido a su mejor aceptación sensorial. Este desarrollo busca ofrecer una alternativa saludable y funcional, enriquecida con los beneficios nutricionales de ingredientes andinos y naturales.

**Palabras Clave:** Tallarines funcionales, Harina de mashua negra, Extracto de betarraga.

**Abstract.** This research work for the scientific poster category contest details the creation of a new type of functional noodles based on wheat flour (*Triticum durum*, *T. compactum*), with partial substitution of black mashua flour (*Tropaeolum tuberosum*). and addition of beet extract (*Beta vulgaris*). The process included obtaining black mashua flour through a fluidized bed and grinding, achieving a yield of 10%. A mixed approach using laboratory trials was used to evaluate different formulations.

Proportions of 5%, 10% and 15% of mashua flour were analyzed, and the water necessary for the formulation was replaced with beet extract, considering sensory parameters such as color, flavor and texture. The selected formula was one with 5% mashua flour, due to its better sensory acceptance. This development seeks to offer a healthy and functional alternative, enriched with the nutritional benefits of Andean and natural ingredients.

KeyWords: Functional Noodles, Black Mashua Flour, Beet Extract.

## 1. Introducción

La investigación titulada "Elaboración de tallarines de harina de trigo (*Triticum durum*, *T. compactum*) con sustitución de harina de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y extracto de betarraga (*Beta vulgaris*)", busca desarrollar un producto alimenticio innovador que incorpora insumos de alto valor nutricional. Para ello se realizaron pruebas preliminares para analizar la concentración óptima de harina de mashua negra y extracto de betarraga en la elaboración del tallarin, esto se lleva a cabo en el laboratorio de panificación en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac el mes de noviembre del presente año. La inclusión de harina de mashua negra y extracto de betarraga en la formulación de tallarines no solo tiene como objetivo mejorar el perfil nutricional del producto final, sino también ofrecer una alternativa saludable que mantenga las características organolépticas deseadas en la pasta, como el color, el sabor y la textura. Las pastas alimenticias (tallarines) están entre los alimentos más preferidos por las personas en el mundo, por su bajo costo relativo, y su facilidad para cocinarlos y servirlos con cualquier acompañante [12]. Estas se elaboran a partir de una masa hecha con harina de trigo, mezclada con agua, a la cual se puede añadir sal y huevo, que luego se corta y seca [13]. La mashua negra, un tubérculo andino con un notable contenido de carbohidratos (aproximadamente un 11% en base fresca), proteínas (entre 1,6% y 15%, dependiendo de la especie) y ácido ascórbico (64 mg por cada 100 g en estado fresco); además de fósforo, calcio, hierro, antocianinas, fibra y antioxidantes, es apreciada tanto por su valor nutricional como por sus propiedades medicinales, en gran parte atribuidas a los glucosinolatos presentes en su composición [1]. La betarraga (*Beta vulgaris*) es una hortaliza de raíz. Comprende tres tipos: azucarera, forrajera y de mesa. En América Latina, y entre ellos en el Perú, se produce la betarraga de mesa, los metabolitos secundarios producidos por esta verdura son utilizados por el hombre para tratar una variedad de enfermedades [2]. La betarraga es un vegetal con un amplio valor nutricional, compuesto por un 65,7% de agua, entre 4% y 8% de carbohidratos, 1,4% de proteínas, 0,4% de grasas, 1% de fibra soluble, así como compuestos bioactivos como polifenoles, antocianinas y antioxidantes. Además, contiene minerales esenciales como potasio (312 mg/100 g), fósforo (31 mg/100 g) y calcio (11 mg/100 g). Sin embargo, la concentración de estos nutrientes puede variar significativamente debido a factores como la variedad botánica, las condiciones de cultivo y los factores medioambientales, Fuentes et al. [5]. La betarraga ha reportado ser beneficiosa para la salud cardiovascular y tener propiedades ergogénicas naturales [7]. El uso de harinas alternativas en la producción de alimentos ha crecido como una estrategia para mejorar el perfil nutricional de productos tradicionales como los tallarines. En la industria alimentaria, la incorporación de estos ingredientes en la elaboración de tallarines ha demostrado mejorar el valor nutricional de este producto tradicional, ofreciendo beneficios funcionales adicionales para la salud, como el aumento en la ingesta de fibra, vitaminas y minerales [3]. La inclusión de estos ingredientes autóctonos en la producción de tallarines también promueve la valorización de cultivos locales, apoyando la agricultura regional y fomentando el consumo de productos más saludables y accesibles para la población.

Como objetivo tenemos desarrollar tallarines con un mejor perfil nutricional mediante la adición de harina de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y extracto de betarraga (*Beta vulgaris*), evaluando su aceptabilidad sensorial y sus beneficios funcionales (saludable y nutritiva). Teniendo en cuenta que el consumo general de fideos per cápita por persona en el Perú es de 11 kilos. El área rural del país es el que representa el consumo más alto con 14,2 kilos por persona al año. Según el nivel socioeconómico, el sector considerado quintil II (muy pobre) es el grupo que consume más kilos con un promedio de 12 kilos anuales. El consumo promedio anual en Abancay fue 14,1 kilos por persona [6]. Por otro lado, el consumo de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) en el país peruano es muy bajo porque, según datos de [6], se registra que en la zona rural el consumo anual viene siendo menor a 4,5 kilos, mientras que en la sierra el consumo es menor de 3,5 kilos. Este uso mínimo representa un desaprovechamiento de este maravilloso tubérculo.

El desarrollo de una receta de tallarines con estas sustituciones plantea desafíos en términos de ajuste de proporciones, textura, sabor y aceptación del producto final por parte de los consumidores. Se espera que la incorporación de ingredientes como la mashua negra y la betarraga aporten beneficios nutricionales adicionales, como mayor contenido de fibra, antioxidantes, hierro y vitaminas, en comparación con la pasta de harina de trigo tradicional. Las pastas son productos elaborados mediante la desecación de una masa no fermentada compuesta principalmente por sémolas, semolinas o harinas de trigo duro, semiduro o blando, combinadas con agua potable, y presentan variedades comunes como macarrones, spaghetti, fideos y tallarines [14] [15]. En este contexto, la mashua destaca como un tubérculo de alto valor nutricional, con un elevado contenido de carbohidratos, calorías, proteínas y fibras, además de ser rica en vitaminas A y C y aminoácidos esenciales. Comparada con alimentos como la jícama, el miso y la achira, la mashua sobresale por su mayor aporte proteico, equilibrio de carbohidratos y contenido significativo de caroteno, que fortalece el sistema inmunológico [16]. Por su parte, la betarraga es una hortaliza de alto valor nutritivo y saludable, abundante en hierro, lo que la hace eficaz contra enfermedades de la sangre. Además, posee propiedades anticancerígenas y una importante dosis de nutrientes como vitaminas, potasio, calcio y ácido fólico [17]. La investigación y desarrollo de esta receta podrían

tener un impacto positivo en la promoción de una alimentación más variada y sostenible, así como en la valorización de ingredientes locales y menos convencionales.

## 2. Método

El tipo, corresponde a la investigación cuantitativa [11]. El enfoque cuantitativo se centra en la medición objetiva y sistemática de variables relacionadas con la calidad del tallarín. Se recolectaron datos numéricos a través de las pruebas en laboratorio, en el cual se analizaron el impacto de los porcentajes para la sustitución parcial de harina de mashua negra y la adición de extracto de betarraga. Asimismo, buscamos explorar y comprender las percepciones y opiniones de los consumidores sobre el producto elaborado. Se emplearon pruebas sensoriales de las muestras preliminares, se realizaron con 20 estudiantes considerados panelistas semientrenados del curso de control de calidad y análisis sensorial para obtener información sobre las expectativas y aceptabilidad de los tallarines con los diferentes porcentajes de concentración. El desarrollo de las formulaciones se realizó en el laboratorio de panificación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Ubicado en la ciudad de Abancay. Se evaluaron las siguientes variables en las diferentes formulaciones-Color, sabor, aroma y textura tanto cada uno se da una respuesta

### 2.1 Elaboración de Tallarines

La mashua negra se obtuvo del sector de Socclaccasa de la provincia de Abancay departamento de Apurímac, para la elaboración de la harina: la materia prima es previamente seleccionada, lavada y cortada en rodajas finas para posteriormente ser deshidratadas con la ayuda de un secador lecho fluidizado a una temperatura de 60 °C y finalmente pasó a la etapa de molienda para la obtención de la harina, al finalizar el proceso la harina se embolso y se almacenó en un ambiente seco. La betarraga se consiguió en la ciudad de Abancay, luego pasó al lavado, seleccionado, pelado y finalmente, se realizó la extracción del extracto.

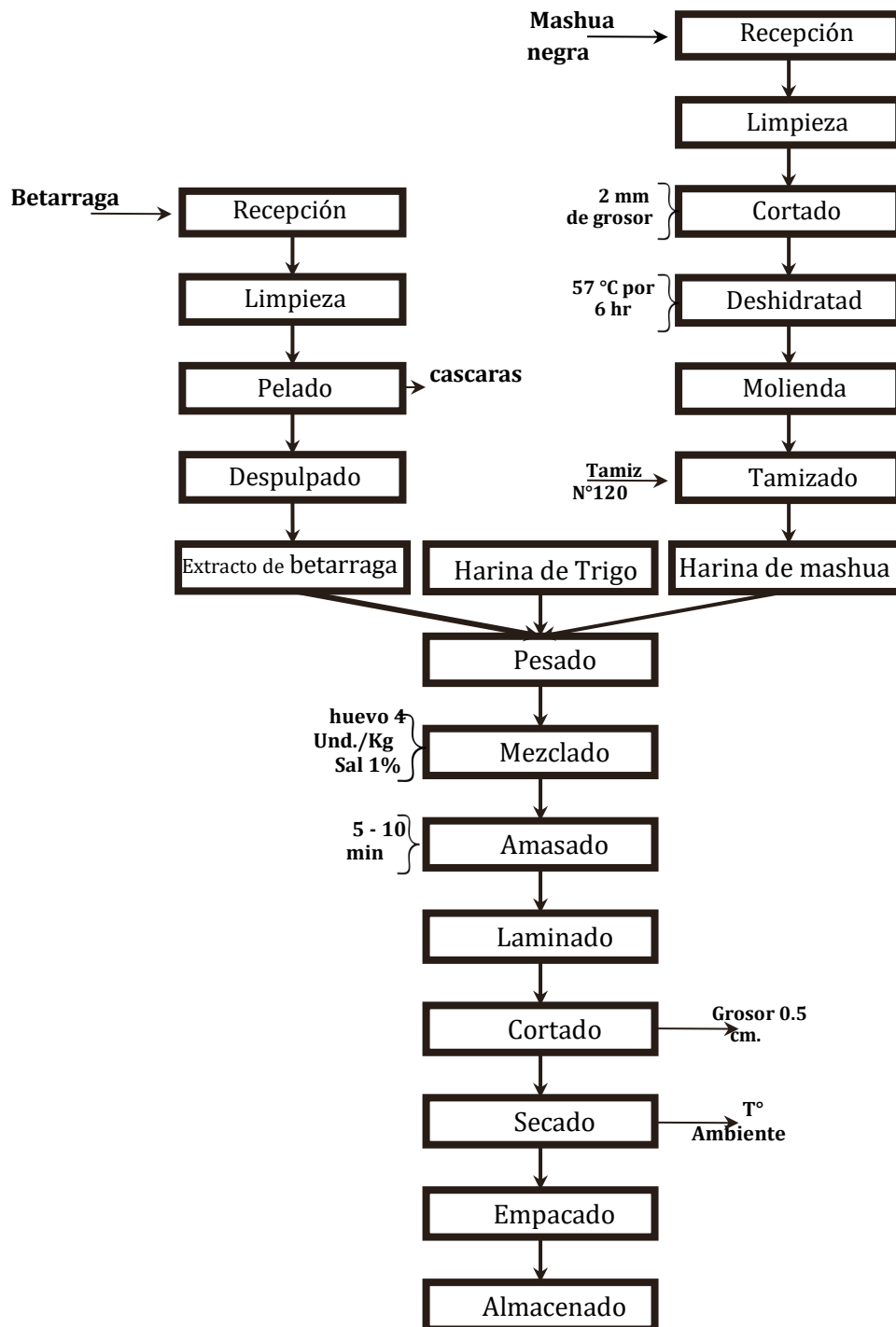
### 2.2 Formulación de los componentes

**Tabla 1.** Formulación para el tallarín de mashua con respecto al peso total.

Competentes	Mínimo	Medio	Máximo
Harina de trigo	95%	90%	85%
Harina de mashua	5%	10%	15%
Extracto de betarraga	23%	23%	23%
Sal	1%	1%	1%
Huevo	4 unid./kg	4 unid./kg	4 unid./kg

La Tabla 1 muestra los porcentajes a utilizar de cada ingrediente para la elaboración de tallarines, como la sustitución de harinas, el porcentaje de extracto de betarraga a usar en cada sustitución, así como los insumos básicos que se usan en la preparación de este producto como huevo y sal.

### 2.3 Diagrama de flujo de la Elaboración de tallarines con adición de harina de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) y extracto de betarraga (*Beta vulgaris*)



#### 2.3.1. Harina de Mashua

Se presenta el proceso de elaboración de la harina de mashua negra utilizada en la elaboración de tallarines, se describen operaciones como recepción de materia prima, limpieza, trozado, deshidratado, enfriado, molienda y tamizado.

- Recepción de la materia prima: La mashua negra es inspeccionada para comprobar las propiedades como dureza, color y asegurar que esté libre de daños físicos - mecánicos.

- Limpieza: Se procede a lavar correctamente la mashua con agua limpia para eliminar cuerpos extraños y suciedad.
- Trozado: Se corta en rodajas delgadas de 2 mm. Para asegurar la deshidratación homogénea.
- Deshidratado: Se distribuye la mashua en el lecho fluidizado de manera homogénea a 57 °C durante 6 horas [8].
- Enfriado: Las hojuelas de mashua deshidratadas se enfrían a temperatura ambiente en un lugar seco y fresco.
- Molienda: Se muelen las hojuelas en un molino manual hasta obtener un polvo fino.
- Tamizado: El polvo fino es tamizado de manera manual a través de un tamiz para obtener partículas del tamaño deseado.

### 2.3.2. Extracto de Betarraga

La obtención de extracto de betarraga que sirvió como reemplazo del total de agua a utilizar en la preparación de tallarines consistió en la recepción de materia prima, limpieza, pelado trozado, despulpado.

- Recepción de materias primas: En esta etapa, se realiza una inspección visual de las betarragas verificando el color, textura y sin daños físicos como magulladuras, perforaciones por un mal manejo durante su recolección o almacenamiento.
- Limpieza: Las remolachas se lavan adecuadamente con agua clorada para eliminar cualquier suciedad o materia extraña en la piel.
- Pelado: En este paso, la cáscara se quita manualmente con ayuda de un cuchillo.
- Trozado: Se corta en trozos de 3 a 5 cm para obtener el extracto con mayor facilidad.
- Despulpado: El jugo de remolacha se extrae usando un extractor de jugo.

### 2.3.3. Preparación de Tallarines

Después de la obtención de la harina de mashua negra y extracto de betarraga para la elaboración de tallarines de mashua con extracto de betarraga, se inició con el pesado, para seguir con el mezclado, mazado, laminado, cortado, secado, empaclado y almacenamiento.

- Pesado: Se pesan las harinas según los porcentajes indicados.
- Mezclado: Integrar y mezclar la harina durante 3 minutos hasta que quede completamente homogénea, luego agregar la sal y huevo.
- Amasado: amasar de 5 a 10 minutos para tener un producto elástico.
- Laminado: se envuelve la masa de forma reiterada y se estira mediante de los rodillos por 7 a 15 min.
- Cortado: cuando la masa esté lista, se espolvorea con harina y es estirada para realizar el corte en tiras con ayudade una máquina tallarinera para cortar la masa.
- Secado: aproximadamente 24 horas a temperatura ambiente.
- Empacado: los fideos son envasados y empaclados en cajas.
- Almacenamiento: en un área seca y ventilada a temperatura ambiente.

## 3. Resultados

En la Tabla 2, se presenta la evaluación sensorial de los tallarines en las diferentes sustituciones de harina de trigo por harina de mashua negra con adición de extracto de betarraga.

Tabla 2: Evaluación sensorial La evaluación sensorial de los tallarines con diferentes niveles de sustitución de harina de mashua negra (HM) reveló variaciones significativas en color, sabor, aroma y textura.

Tratamientos	Color	Sabor	Aroma	Textura
1(5% HM)	Atractivo	Agradable	Notas suaves a mashua y betarraga	Firme
2(10% HM)	Intenso lila	Intenso, dulce Picante	mashua intenso	Firme
3(15% HM)	Intenso oscuro	Intenso, picante, amargo	mashua intenso	Duro

- Color: A medida que aumentó la proporción de harina de mashua negra, el color de los tallarines evolucionó desde un tono atractivo en el tratamiento con 5% HM hasta un intenso oscuro en el de 15% HM. Este cambio se atribuye a los pigmentos naturales de la mashua y la betarraga, que intensifican los tonos oscuros conforme aumenta su concentración.
- Sabor: El tratamiento con 5% HM fue valorado como agradable, con un equilibrio en el perfil de sabor. Sin embargo, con niveles mayores (10% y 15% HM), el sabor se volvió más intenso y presentó características de dulzura, picante y amargor, especialmente en el caso del 15% HM, donde el sabor amargo fue más pronunciado, posiblemente debido a los compuestos bioactivos de la mashua.
- Aroma: En el tratamiento con 5% HM, el aroma fue descrito con notas suaves de mashua y betarraga, mientras que en los tratamientos de 10% y 15% HM, el aroma de mashua se volvió más intenso, destacando especialmente en el último tratamiento. Esto sugiere que la intensidad del aroma está directamente relacionada con la concentración de la harina de mashua negra.
- Textura: En cuanto a la textura, los tallarines con 5% y 10% HM fueron calificados como firmes, una característica deseable en este tipo de productos. Sin embargo, con 15% HM, la textura se volvió dura, lo que podría afectar la aceptabilidad del producto debido a su menor facilidad de masticación.

#### 4. Discusiones y Conclusiones

En la investigación [8], se obtuvo harina de mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*) mediante deshidratación, con el objetivo de elaborar pasta artesanal tipo fettuccine. Se evaluaron tres tratamientos térmicos (13 horas a 46 °C, 6 horas a 57 °C y 4 horas a 68 °C) para determinar el tratamiento más adecuado en términos de calidad y seguridad alimentaria. De las tres muestras analizadas, la muestra procesada durante 6 horas a 57 °C (muestra 2) fue seleccionada como la mejor opción debido a su equilibrio entre propiedades bromatológicas y la ausencia de contaminación microbiológica. Este trabajo nos indica que el ajuste de la temperatura influye significativamente en las propiedades finales de la harina de mashua obtenida. Teniendo en cuenta que, en nuestro estudio, empleamos una temperatura ligeramente superior de 60 °C durante un tiempo reducido de 4 horas, lo que representa una ventaja en el tiempo. Esta variación podría atribuirse a las diferencias en la preparación de la materia prima, como el corte en rodajas más uniforme y delgado de la mashua negra, que facilitó un deshidratado más rápido y eficiente.

En este estudio se emplearon concentraciones de 5%, 10% y 15% de harina de mashua negra, mientras que Aguilar Soto (2023) [4] utilizó concentraciones de 5%, 10% y 20% de harina de pijuayo, encontrando que la sustitución al 10% fue la más aceptada sensorialmente debido a su aporte en color y sabor. En nuestro caso, se decidió limitar la sustitución a un máximo del 15% debido al sabor fuerte de la mashua negra. Este enfoque permitió evitar un posible rechazo sensorial derivado de un sabor demasiado intenso, asegurando así una mejor aceptación del producto final.

Por otro lado, en el estudio de [8], se investigó la formulación de fideos utilizando harina de trigo, harina de pituca y extracto de betarraga, estableciendo como óptimo la mezcla de 44.18% harina de trigo, 24.91% harina de pituca y 24.91% extracto de betarraga. Asimismo, en nuestra investigación realizada se emplea 23% de extracto de betarraga, una proporción similar a la planteada por los autores. Por lo tanto, sugiere un impacto positivo en la calidad sensorial del tallarín.

En López y Pillaca, 2018 [10] el color de las pastas depende del contenido de carotenoides y a la alta actividad enzimática. Se puede observar que después del secado a 60°C por 5 horas aproximadamente las pastas tomaron un color morado oscuro que puede deberse a la acción de la polifenol-oxidasa y a la degradación del contenido fenólico presente. DE igual forma se pudo observar en nuestro análisis el cambio de color en el secado de la pasta a temperatura ambiente (20 -25 °C) por 24 horas

En conclusión, el tallarín de trigo duro con sustitución de harina de mashua negra y extracto de betarraga obtuvo una alta aceptación sensorial, destacándose en sabor, textura y color. La mezcla óptima fue 95% de harina de trigo duro, 5% de harina de mashua negra y 23% de extracto de betarraga, logrando un producto equilibrado en calidad nutricional y sensorial. Aunque la textura fue apreciada, se sugirió mejorar algunos puntos oscuros visibles en el tallarín. Los resultados confirman la viabilidad de incorporar ingredientes alternativos sin afectar negativamente la calidad, abriendo nuevas posibilidades para la innovación en la industria alimentaria.

#### 5. Agradecimiento

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Dirección de Institutos de Investigación y al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú, por brindarnos la oportunidad de participar como postulantes en el Concurso FERCYT Feria de Ciencia y Tecnología 2024. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento especial a nuestro asesor, Luis Fernando Pérez Falcón, por su guía, dedicación y valiosos aportes durante el desarrollo de nuestro proyecto. Esta experiencia ha sido enriquecedora y nos motiva a seguir trabajando con compromiso y esfuerzo, contribuyendo al desarrollo científico, tecnológico y social de nuestro país.

## 6. Referencias

- [1] D. Alvarez, "Uso De La Mashua Negra (*Tropaeolum Tuberosum* Ruíz & Pavón) Como Colorante: Una Revisión," *Rev. Científica Multidiscip. InvestiGo*, vol. 4, no. 8, p. 31, 2023, [Online]. Available: <https://www.revistainvestiggo.com/EditorInvestigo/index.php/hm/article/view/56>
- [2] Jony Amaro, "Influencia de la betarraga (*Beta vulgaris* var. cruenta) en el aumento de leucocitos, en ratones," *An. la Fac. Med.*, vol. 75, no. 1, pp. 9–12, 2014, [Online]. Available: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832014000100002&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832014000100002&script=sci_arttext&tlng=en)
- [3] (Espinoza), "Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination," *Scientia Agropecuaria*, vol. 13, no. 3. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, pp. 209–220, Aug. 08, 2022. doi: 10.17268/sci.agropecu.2022.019.
- [4] Aguilar Soto, D. C. (2023). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum durum*) por harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* Kunth) en la elaboración de fideo tipo tallarín, en Pucallpa.
- [5] H. Fuentes-Barría y D. Muñoz Peña, "Influencia de los compuestos bioactivos de betarraga (*Beta vulgaris* L) sobre el efecto cardio-protector: Una revisión narrativa", *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 45, n.º 2, pp. 178–182, 2018. Accedido el 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000300178>
- [6] INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. Consumo per cápita de los principales alimentos 2008-2009. Lima- Perú: s.n., 2012. 2017,05744. [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/cap01.pdf)
- [7] C. Mella-Ahumada y N. Rojas-Villar, "Con respecto a: Compuestos betalainicos en la betarraga (*Beta vulgaris*)", *Rev. Chil. Nutr.*, vol. 49, n.º 2, pp. 283–284, abril de 2022. Accedido el 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.4067/s0717-75182022000200283>
- [8] B. F. Garcés Hernández, "Obtención de harina de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) y oca (*Oxalis Tuberosa*) mediante deshidratación para la elaboración de pastas artesanales".(Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo), 2019. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/11786>
- [9] A. C. Agama Minaya, "Elaboración de fideos a partir de harina de trigo y harina de pituca fortificada con extracto de betarraga", Para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Univ. Nac. Jose Faustino Sanchez Carrion, Huacho, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/8073/TESIS%20FINAL%20AGAMA%20Y%20ASENCIO%20-2023%20ING.%20IND.%20ALIMENTARIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [10] J. A. López Cabada, C. C. M. Pillaca Inca, "FORMULACION DE FIDEOS CON SUSTITUCION PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum durum*) POR HARINA DE ZARANDAJA (*Dolichos Lablab*)", Título Profesional, Univ. Señor Sipan, Pimentel, 2018. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5472>
- [11] L. M. A. Montoya y P. A. V. Alcaraz, "Preferencias alimentarias en los hogares de la ciudad de Medellín, Colombia", *Saude Soc.*, vol. 25, n.º 3, pp. 750–759, septiembre de 2016. Accedido el 11 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1590/s0104-12902016149242>
- [12] "El aumento del precio de los alimentos está cambiando los hábitos alimentarios en todo el mundo | Oxfam International". Oxfam International. Accedido el 1 de diciembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.oxfam.org/es/notas-prensa/el-aumento-del-precio-de-los-alimentos-esta-cambiando-los-habitos-alimentarios-en-todo>
- [13] I. D. Yubero, "Pastas alimenticias. Distribución y consumo", 27(146), 60-71. 2017. [https://www.mercasa.es/wp-content/uploads/2024/01/11\\_pastas\\_alimenticias.pdf](https://www.mercasa.es/wp-content/uploads/2024/01/11_pastas_alimenticias.pdf)
- [14] HURTADO P. 2012. Harina de plátano sazón dos variedades como ingrediente funcional para la sustitución parcial en la elaboración de fideos. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú
- [15] LETVA B, 2015. Efecto de la harina de haba (*vicia faba* L.) sobre las propiedades reológicas y calidad de pastas alimenticias. Facultad de Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional del Centro. Tarma – Perú.
- [16] BARRERA, Víctor H. "Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador". International Potato Center, 2003.
- [17] Montes, N., Cisneros, E., Díaz, A. y Espinoza, M. (2019). Fertilización inorgánica en remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) en el norte de Tamaulipas. *Terra Latinoamericana*, 37, 15-25. doi:10.28940/tl.v37i1.390



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 15 - 20

Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.171>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0005-1167-5040> Liz Alejandra Román Cruz, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac [211092@unamba.edu.pe](mailto:211092@unamba.edu.pe).
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0002-2562-8200> Liz Mery Mendieta Navío, está en la Universidad micaela bastidas de Apurímac [201194@unamba.edu.pe](mailto:201194@unamba.edu.pe)
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-9463-0489> Luis Fernando Pérez- Falcon, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac [lfperez@unamba.edu.pe](mailto:lfperez@unamba.edu.pe)

## Elaboración de bebida funcional de manzana (*Malus domestica*), hierba luisa (*Aloysia citrodora*), linaza (*Linum usitatissimum*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)

### Manufacture of functional drinks from apple (*Malus domestica*), lemon verbena (*Aloysia citrodora*), flaxseed (*Linum usitatissimum*) and stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)

Liz Alejandra Román-Cruz <sup>1</sup> y Liz Mery Mendieta-Navío <sup>2</sup>

Luis Fernando Pérez-Falcón

**Resumen.** Este proyecto siendo resultado de un póster científico busca desarrollar una innovadora bebida funcional a base de manzana, hierba luisa y linaza, endulzada con stevia, que combina beneficios antioxidantes, digestivos y de ácidos grasos omega-3, con un bajo contenido calórico. La formulación óptima (100% agua, 50% manzana, 2% hierba luisa, 2.5% linaza y 0.2% stevia) garantiza un sabor agradable y una alta aceptación sensorial, siendo ideal para consumidores interesados en opciones saludables y naturales. La bebida se posiciona como una alternativa refrescante y sostenible, perfecta para integrar en estilos de vida saludables, con potencial de expandirse en mercados locales e internacionales gracias a sus atributos funcionales, bajo impacto calórico y versatilidad de presentación.

**Palabras Clave:** Bebida funcional, Saludable, Antioxidantes

**Abstract.** This project seeks to develop an innovative functional drink based on apple, lemon verbena and flaxseed, sweetened with stevia, which combines antioxidant, digestive and omega-3 fatty acid benefits, with a low caloric content. The optimal formulation (100% water, 50% apple, 2% lemon verbena, 2.5% flaxseed and 0.2% stevia) guarantees a pleasant taste and high sensory acceptance, making it ideal for consumers interested in healthy and natural options. The drink is positioned as a refreshing and sustainable alternative, perfect to integrate into healthy lifestyles, with the potential to expand in local and international markets thanks to its functional attributes, low caloric impact and versatility of presentation.

**Keywords:** Functional Drink, Healthy, Antioxidants

## 1 Introducción

La investigación titulada "Elaboración de bebida funcional de manzana (*Malus domestica*), hierba luisa (*Aloysia citrodora*), linaza (*Linum usitatissimum*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)", busca desarrollar una bebida alimenticia innovadora que incorpore insumos de alto valor nutricional. El objetivo principal de este trabajo es combinar estos ingredientes en una bebida funcional, evaluando su aceptabilidad sensorial y los beneficios para la salud. Específicamente, se pretende identificar la combinación óptima de ingredientes que maximice tanto el sabor como los beneficios para la salud, y evaluar la aceptación sensorial de la bebida entre los consumidores. Para ello, se elaborarán muestras experimentales en el laboratorio de Operaciones Unitarias de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, y se analizará su aceptabilidad a través de una evaluación sensorial realizada por panelistas semientrenados.

En la actualidad, existe una creciente demanda por alimentos y bebidas que no solo satisfagan el hambre, sino que también promuevan la salud y el bienestar. Por otro lado, en el mundo las infusiones son la segunda bebida más consumida después del agua, desde la antigüedad estas bebidas tienen una preferencia porque son agradables y muy populares entre los consumidores generando su valor económico. Estas bebidas de hierbas aromáticas y medicinales contienen compuestos bioactivos como vitaminas, minerales, flavonoides, b-caroteno, esteroides y otros compuestos fenólicos estos mismos compuestos bioactivos presentes en las infusiones de hierbas tienen una amplia gama de efectos biológicos como antibacterianas, antioxidantes, antiinflamatorias, antialérgicas, antitrombóticas y vasodilatadoras [3]. En este contexto, surge la propuesta de desarrollar una bebida funcional a base de manzana, hierba luisa y linaza, endulzada con Stevia, como una alternativa saludable a las bebidas azucaradas una bebida que combina ingredientes naturales y funcionales para mejorar la calidad de vida de los consumidores.

La creciente preocupación por la salud y el bienestar ha llevado a un aumento en el consumo de productos funcionales. Las bebidas funcionales, en particular, ofrecen una manera accesible de incorporar nutrientes esenciales y propiedades beneficiosas en la dieta diaria. La combinación de manzana, hierba luisa y linaza, endulzada con Stevia, no solo aporta un sabor agradable, sino que también ofrece propiedades antioxidantes, digestivas y antiinflamatorias, respaldadas por estudios recientes [1].

Históricamente, la manzana ha sido apreciada por sus propiedades nutritivas y medicinales, utilizada tanto en la alimentación cotidiana como en remedios tradicionales, debido a que es rica en antioxidantes gracias a su contenido en flavonoides y vitamina C, lo que regula los índices de glucosa en la sangre, además de proteger el corazón por su contenido en fibra y potasio [15]. La hierba luisa, conocida también como verbena de olor, ha sido utilizada en diversas culturas por sus efectos calmantes y digestivos. La linaza, por su parte, es valorada por su alto contenido de fibra y ácidos grasos omega-3. La Stevia, un edulcorante natural sin calorías, ha ganado popularidad como una alternativa saludable al azúcar. Esta bebida busca integrar estas tradiciones y conocimientos en una fórmula moderna que beneficie la salud de manera integral [2].

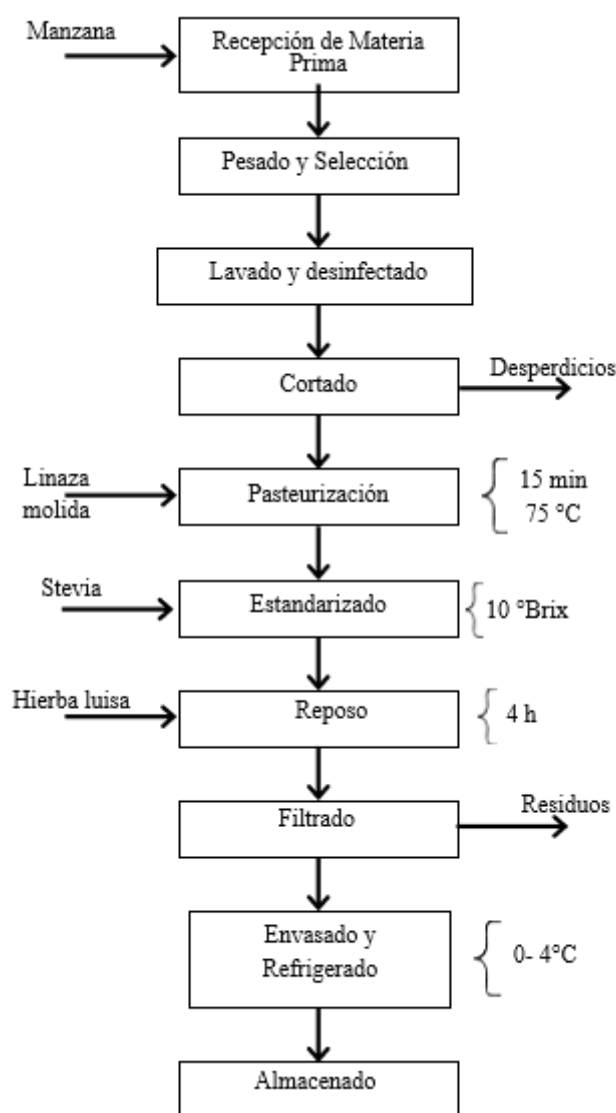
En el Perú, el consumo de bebidas azucaradas y gaseosas está profundamente arraigado en los hábitos alimenticios de la población, lo cual genera preocupaciones significativas para la salud pública debido a su alto contenido de azúcares libres y baja calidad nutricional. Este patrón de consumo está asociado con problemas de salud como obesidad, resistencia a la insulina, enfermedades cardiovasculares y afecciones dentales [8]. El consumo de bebidas azucaradas, como las gaseosas, es un hábito común en la población peruana y representa un problema significativo para la salud pública. En un estudio realizado en la ciudad de Trujillo, se reportó que el 71.42% de los adolescentes consumían gaseosas regularmente y el 30.61% tenía un consumo excesivo. Este consumo excesivo se asoció con un riesgo elevado de obesidad, observándose que el 37.33% de los adolescentes con consumo excesivo de gaseosas (CEG) presentaron obesidad [13].

## 2 Método

Se planea emplear un diseño experimental para determinar las proporciones óptimas de cada ingrediente y las condiciones de procesamiento que maximicen la calidad de la bebida. Se realizaron encuestas preliminares para evaluar la aceptabilidad sensorial del producto con una muestra de 30 panelistas semi entrenados de una población del distrito de Tamburco-Abancay.

El diseño experimental es como un enfoque sistemático para probar hipótesis mediante la manipulación de variables independientes y la medición de sus efectos en variables dependientes. Este proyecto de investigación se enmarca dentro de un diseño experimental, con un enfoque cuantitativo y comparativo. Este tipo de estudio permite evaluar de manera rigurosa y objetiva la. El estudio es de naturaleza cuantitativa, lo que implica la recolección y análisis de datos cuantitativos para evaluar las variables de interés. Al ser experimental, se manipulan variables independientes para observar sus efectos sobre las variables dependientes, Además, el estudio es comparativo, ya que se busca establecer diferencias significativas entre el refresco desarrollado y los productos comerciales [10]

### 2.1. Diagrama de flujo de la elaboración de bebida funcional de manzana (*Malus domestica*), hierba luisa (*Aloysia citrodora*), linaza (*Linum usitatissimum*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*)



#### a) Descripción del proceso de la elaboración

El proceso de elaboración de la bebida funcional comienza con la recepción de la materia prima, que incluye manzanas, hierba luisa, linaza y Stevia. Se realiza una selección minuciosa de las manzanas, descartando aquellas que no estén en buen estado y luego se procede a realizar el pesado para obtener las proporciones adecuadas. A continuación, las manzanas se lavan y desinfectan utilizando una solución de NaCl al 0.5 ppm durante 5 minutos, siguiendo el protocolo recomendado para eliminar posibles contaminantes [14].

Una vez lavadas y desinfectadas, las manzanas se cortan en trozos para facilitar su cocción, y se descartan las semillas, ya que no son aptas para el consumo en la bebida. Las manzanas se cocinan junto con agua, en una proporción de 1:2, a una temperatura de 75 °C durante 15 minutos, con el fin de ablandarlas y extraer sus nutrientes.

Después de la cocción, se procede a endulzar la mezcla con Stevia, ajustando la cantidad según los grados Brix indicados. En este momento, se añade linaza molida y hierba luisa a la mezcla, dejándolas reposar durante 4 horas para permitir que los sabores y propiedades se integren de manera óptima.

Para separar los residuos sólidos no deseados, la mezcla se filtra utilizando una tela fina, asegurando que la bebida resultante tenga una textura suave y libre de impurezas. Finalmente, la bebida se envasa y se refrigera a una temperatura entre 5 y 8 °C, garantizando su conservación y frescura.

### 3 Resultados

Como resultados de las muestras preliminares, se evaluó la aceptabilidad de la bebida funcional mediante encuestas aplicadas a un grupo de 30 panelistas semi-entrenados del distrito de Tamburco. En la Figura 02 se muestra la distribución de las respuestas obtenidas, destacando que el 100% de los participantes manifestaron una aceptación positiva hacia el producto. Estos resultados indican un alto nivel de satisfacción respecto a las características sensoriales, como sabor, aroma, textura y apariencia, posicionando al producto como prometedor dentro del mercado objetivo.

Por otro lado, en la Figura 03 se describe las percepciones de sabor, destacándose que el sabor más predominante es el de manzana con un 50%, seguida por el sabor de la linaza, percibida en un 35%, mientras que la hierba luisa se identificó en un 12%. Finalmente, la Stevia fue el sabor menos notado, con un 3%.

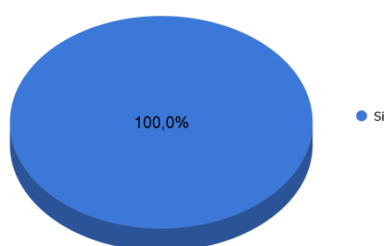


Fig. 02. Aceptación de la bebida

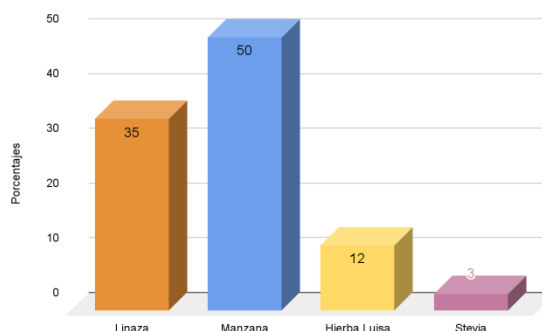


Fig. 03. Sabor más característico

### 4 Discusiones Conclusiones

En la investigación de Chiroque Castro et al. [4], se evaluaron diversas diluciones de zumo de granada con agua en diferentes proporciones: 600 ml de zumo con 600 ml de agua, 600 ml de zumo con 900 ml de agua, y 600 ml de zumo con 1200 ml de agua. Los resultados indicaron que la relación 1:1 (zumo de granada y agua) fue la más aceptada en términos sensoriales.

En nuestro caso, al considerar la adición de manzana y agua, utilizamos una proporción de 1:2, respectivamente. Esta proporción se ajusta a la necesidad de equilibrar el sabor y las características organolépticas de la bebida, dado que también incorporamos otros ingredientes como la linaza y la hierba luisa, lo que aumenta la complejidad de la mezcla.

En el estudio realizado por Cantillo Holguín [5], se evaluaron diferentes combinaciones de achotillo, manzana y alfalfa para elaborar un néctar nutricionalmente enriquecido. En uno de los tratamientos con 50% de manzana, se observó un alto contenido de vitamina C (26.25 mg/ml), destacando la importancia de la manzana en la fórmula. Además, el estudio subrayó que la temperatura de procesamiento juega un papel clave en la calidad del néctar. Aunque mi investigación utilizó 75°C, una temperatura más baja podría influir en la preservación de las propiedades nutricionales y sensoriales, manteniendo mejor el perfil de los ingredientes sin comprometer su frescura. El estudio también indica que el néctar tiene

una vida útil de 30 días, siendo esta información relevante para estimar la vida útil de nuestro producto teniendo en cuenta la similitud en su elaboración.

Por su parte, Miranda López y Vilca Díaz [6] desarrollaron una bebida funcional a base de cebada, hierba luisa, cola de caballo y mucílago de semillas de lino. En su formulación, utilizaron hierba luisa en una concentración del 20%, lo que se asemeja a nuestra elección. Además, en su estudio se determinó que la mezcla óptima para la aceptación sensorial consistía en una relación de cebada (60%), hierba luisa (20%) y cola de caballo (20%), con una proporción de agua de 1:7 (una parte de hierbas y cebada por siete partes de agua). Este hallazgo es relevante porque resalta la importancia de la proporción correcta de agua en relación con los ingredientes principales para lograr una buena aceptación sensorial.

En el estudio realizado por Nicole G. L. L. (2023) [9], el mucílago de linaza fue extraído a una temperatura de 85°C durante 15 minutos, con una relación de semilla a agua de 1:9. Este tratamiento permitió obtener un mucílago con propiedades óptimas para su aplicación en la elaboración de néctar, demostrando una buena capacidad de estabilización del producto.

En el estudio de Ticsihua Huamán y Orejón Montalvo (2022) [11], se elaboró una bebida funcional a base de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*), con el tratamiento 2 (50% agua, 25% tuna blanca y 25% aguaymanto) siendo el más aceptado por los panelistas. La bebida mostró un 12.50 °Brix, lo que indica una dulzura adecuada según la NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 203.070. Jugos, néctares y bebidas de fruta; sin necesidad de azúcares añadidos, lo que la hace una opción saludable [12].

Finalmente, en el trabajo de Ponte Loyola y Hoyos Gonzales [7], se investigaron diferentes concentraciones de linaza para la elaboración de una bebida funcional. La concentración de 2.5% de linaza resultó ser la más aceptada, coincidiendo con la proporción utilizada en nuestra receta. Este dato sugiere que la linaza al 2.5% podría ser ideal tanto para la aceptación sensorial como para los beneficios funcionales, ya que la linaza es rica en ácidos grasos esenciales, fibra y antioxidantes, lo que puede contribuir a una mayor calidad nutricional de la bebida.

En conclusión, la mezcla de manzana, hierba luisa y linaza, endulzada con Stevia, se presenta como una opción óptima para la formulación de una bebida funcional debido a sus propiedades nutraceuticas. La aceptación de esta combinación por parte de los panelistas en el tratamiento evaluado refuerza su viabilidad como una alternativa saludable, destacándose no solo por sus beneficios nutricionales, como los antioxidantes, ácidos grasos omega-3 y propiedades digestivas, sino también por su equilibrio organoléptico. El sabor agradable y la textura suave contribuyen a que sea una opción atractiva para los consumidores interesados en productos naturales y saludables.

## 5 Agradecimiento

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Dirección de Institutos de Investigación y al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por habernos brindado la oportunidad de participar en el Concurso FERCYT Feria de Ciencia y Tecnología 2024. Este reconocimiento y apoyo económico son un estímulo invaluable para continuar desarrollando proyectos que contribuyan al avance científico y tecnológico de nuestro país. Agradecemos también de manera especial a nuestro asesor, el docente Luis Fernando Pérez Falcón, por su dedicación, guía constante y valiosos aportes durante todo el proceso. Su apoyo ha sido fundamental para el desarrollo de este proyecto y nos motiva a seguir trabajando con entusiasmo y compromiso en el futuro.

## 6 Referencias

- [1] Fernández, A., López, M., & Martínez, P. (2023). Propiedades funcionales de bebidas naturales. *Revista de Nutrición y Salud*, 12(3), 45-60.
- [2] García, J. (2020). Hierbas medicinales y su aplicación en bebidas saludables. Editorial Salud y Bienestar
- [3] Etheridge, C. J., & Derbyshire, E. (2020). Herbal infusions and health: A review of findings from human studies, mechanisms and future research directions. *Nutrition & Food Science*. 50(5), 969-985. <http://doi.org/10.1108/NFS-08-2019-0263>
- [4] J. C. Chiroque Castro, E. J. Dioses Agurto, y T. E. Masias Infante, "Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de la granada (*Punica granatum L.*), edulcorado con Stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en la ciudad de Piura-Perú, 2019", Universidad Nacional de Piura, Facultad de Ingeniería Industrial, 2019. <https://core.ac.uk/reader/250078140>.

- [5] N. Cantillo Holguín Génesis, *Elaboración de néctar a base de achotillo (Nephelium lappaceum) y manzana (Malus domestica) enriquecido con alfalfa (Medicago sativa) como aporte nutricional*, Tesis Doctoral, Universidad Agraria del Ecuador, 2020.  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CANTILLO%20HOLGUIN%20GENESIS%20NATHALY.pdf>
- [6] V. B. Miranda López y K. Y. Vilca Díaz, "Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida funcional de cebada (*Hordeum vulgare*), hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y cola de caballo (*Equisetum arvense*), con adición de mucílago de semilla de lino (*Linum usitatissimum*) y su evaluación reológica", 2018.  
<https://repositorio.unsa.edu.pe/items/61d6f30b-8322-480b-beda-d96b2b60e322>
- [7] V. Ponte Loyola y P. M. Hoyos Gonzales, "Elaboración de una bebida funcional en base a cebada (*Hordeum vulgare*), linaza (*Linum usitatissimum* L.), llantén (*Plantago major*) y aloe vera", 2012.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2366>
- [8] Ancka-Iglesias, C. V., Flores-Albino, Y. A., Calizaya-Milla, Y. E., & Saintila, J. (2022). Características sociodemográficas y consumo de alimentos ultra procesados en vegetarianos y no-vegetarianos: Un estudio transversal en la población peruana. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 42(01).  
<https://doi.org/10.12873/421ancka>
- [9] NICOLE, G. L. L. (2023). *Efecto del mucílago de linaza (Linum usitatissimum) en las características fisicoquímicas y microbiológicas en néctar de naranja (Citrus sinensis L.) y badea (Passiflora quadrangularis L.)* (Doctoral dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38975/silva\\_mj-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38975/silva_mj-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [10] Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- [11] Ticsihua Huaman, Jovencio, & Orejon Montalvo, Tania Yesenia. (2022). Evaluación del efecto de concentración en una bebida funcional a partir de tuna blanca (*Opuntia ficus*) y aguaymanto (*Physalis peruviana*). *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), 383-392. Epub 04 de noviembre de 2022.  
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.175>
- [12] NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 203.070. Jugos, néctares y bebidas de fruta. Requisitos. Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI. Apartado 145. Lima, 2017; Perú. <https://sinia.minam.gob.pe/>
- [13] Palacios Avila, D. J. (2017). *Consumo excesivo de gaseosas y riesgo de obesidad en adolescentes de la ciudad de trujillo 2017* (Tesis para optar título, Universidad Privada Antenor Orrego )  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/2689>
- [14] Ministerio de salud, "Norma sanitaria para servicios de alimentación colectiva", Lima, NTS N°173-MINSA/2021/DIGESA, 2021.
- [15] Montero, J. (2012). Propiedades medicinales y usos del Aloe vera. Eco-agricultor. Chile. Recuperado de <https://www.ecoagricultor.com/propiedades-y-usosdel-aloe-vera/>



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 21- 27  
Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.172>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

#### Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0007-5599-4259>  
Billy Sebastian Carlin-Condori, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 201057@unamba.edu.pe.
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-5889-1926>  
Luis Fernando Chumbes-Ramos, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, 202051@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0003-2949-7922>  
Yuliana Miriam Tomaylla-Gutierrez, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, ytomaylla@unamba.edu.pe.

## ApuGo App móvil para promocionar el turismo, conectando visitantes y cultura

### ApuGo Mobile App for Promoting Tourism, Connecting Visitors and Culture

Billy Sebastián Carlin-Condori<sup>1</sup>, Luis Fernando Chumbes-Ramos<sup>2</sup> y Yuliana Miriam Tomaylla-Gutiérrez<sup>3</sup>.

**Resumen.** La aplicación móvil ApuGo ha sido desarrollada con el propósito de mejorar la experiencia turística en la provincia de Abancay. Esta plataforma proporciona información actualizada y accesible en tiempo real sobre atractivos turísticos, servicios, actividades y rutas disponibles. Entre las funcionalidades clave implementadas se incluyen la geolocalización de puntos de interés, recomendaciones personalizadas y la integración con plataformas de reserva o consulta de servicios locales, lo que facilita a los usuarios encontrar información relevante de manera eficiente. Para evaluar el impacto de ApuGo en la experiencia del turista, se llevaron a cabo encuestas a usuarios locales, analizando indicadores como la facilidad de uso, la mejora en la accesibilidad a la información y la satisfacción del usuario. Los resultados mostraron una alta satisfacción en términos de rendimiento (89%) y navegabilidad (88%), aunque se identificaron áreas de mejora en accesibilidad (60%) e interoperabilidad (63%). Las conclusiones destacan el impacto positivo de ApuGo en la experiencia turística de la provincia de Abancay. La aplicación se ha convertido en una herramienta esencial, ya que proporciona información actualizada y

accesible al instante. Ha mejorado significativamente la navegación y el acceso a servicios locales, superando métodos tradicionales como los folletos y las páginas web.

**Palabras Clave:** Turismo en Abancay, Aplicación móvil turística, Turismo sostenible, Marketing turístico digital.

**Abstract.** This project presents the development of the mobile application ApuGo, designed to enhance the tourist experience in Abancay and Apurímac by providing real-time updated information about tourist attractions, events, and available services. The main objective was to create an accessible and scalable platform that improves navigation, usability, and transparency in managing tourist information. The methodology applied was an agile development approach using the Scrum framework and technologies such as Django for the backend. Quality tests were conducted through surveys with local users to evaluate dimensions of navigability, usability, accessibility, interoperability, and performance. The results showed high satisfaction in terms of performance (89%) and navigability (88%), although areas for improvement were identified in accessibility (60%) and interoperability (63%). The conclusions highlight ApuGo's potential to facilitate access to tourist information, improve the visitor experience, and contribute to local economic development. Additionally, the need to optimize accessibility and compatibility with other tourist platforms in future versions was emphasized to expand its regional and national impact.

**Keywords:** Tourism in Abancay, Tourism mobile application, Sustainable tourism, Digital tourism marketing.



## 1 Introducción

El turismo en Abancay ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por su rica herencia cultural y sus paisajes naturales. Sin embargo, la falta de información accesible y actualizada limita la experiencia del turista. ApuGo busca abordar esa necesidad, proporcionando datos en tiempo real sobre lugares de interés, actividades y servicios disponibles. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en el motor principal para que una empresa se posicione en el mercado, para que el turista pueda informarse, para que el destino turístico pueda darse a conocer y facilitar la estadía del visitante, y que el marketing digital se constituya en una alternativa ideal para un destino turístico que está en surgimiento [1].

Históricamente, Abancay ha sido un destino turístico poco explorado, a pesar de contar con atractivos como el Mirador de Taraccasa, el Santuario Nacional del Ampay, Puente Colonial Pachachaca, etc. A nivel global, el uso de aplicaciones turísticas ha revolucionado la forma en que los viajeros descubren nuevos destinos. Esto nos lleva a concluir que la digitalización ha impactado todos los ámbitos de la actividad humana, desempeñando un papel crucial en el desarrollo del sector turístico. Estos cambios sin precedentes han propiciado la integración de diversas tecnologías que enriquecen la experiencia del consumidor, ofreciendo una amplia gama de oportunidades [2].

A nivel mundial, existen diversos ejemplos de aplicaciones móviles para el turismo. Un caso destacado es la aplicación desarrollada en Ecuador [3], que muestra cómo su implementación significativa beneficia al sector turístico al proporcionar información relevante y facilitar la interacción con los destinos turísticos. A nivel nacional, diferentes universidades han explorado la idea de crear aplicaciones turísticas como VAO Perú [4], una propuesta interesante dirigida a impulsar el turismo en el Perú. Además, la aplicación desarrollada en la UNAJMA [5] para promover el turismo en Andahuaylas, se enfoca en ofrecer una experiencia personalizada para los turistas. Estas iniciativas demuestran cómo las aplicaciones móviles pueden jugar un papel clave en el desarrollo turístico, facilitando la estadía y la experiencia del turista en diversas regiones.

Abancay es una provincia que recibe personas de diferentes partes del departamento, barrio y comunidad, esto contribuyó a que fuera una ciudad con rasgos modernos; a pesar de estar ubicada en una región cosmológica muy abrupta del Perú [6]. Por otra parte, el turismo es visto desde tres puntos de vistas, desde el punto de vista de la persona común, el turismo se refiere a las personas que viajan por diversión, desde el punto de vista de los empresarios, el turismo son los productos o servicios que ofrecen a las personas que visitan al entorno y desde el punto de vista de los expertos son aquellos que viajan por trabajo [7].

Las personas que visitan los lugares turísticos no siempre cuentan con un nivel adquisitivo elevado como para contratar un guía turístico o algunas veces prefieren no gastar dinero en este servicio [8], además de que la institución encargada como lo es Dircetur Apurímac presenta carencias como la falta de un profesional en Informática que se encargue permanentemente de la mejora y mantenimiento de las páginas virtuales, y que solo cuenta con una página web y un Fan Page de Facebook [9]. Lo que nos lleva a la conclusión de que la provincia de Abancay enfrenta desafíos significativos en su oferta turística, entre ellos, la falta de actualización de inventario de recursos turísticos, la conservación y valorización de recursos y atractivos turísticos, junto con la ausencia de señalización y promoción, limita su inclusión en circuitos turísticos [10]; entonces, la pregunta central que este artículo busca responder es: ¿Cómo puede una aplicación turística mejorar la experiencia del visitante en Abancay?.

Los objetivos son:

- Desarrollar una aplicación móvil turística denominada *ApuGo*, que proporcione información actualizada y accesible en tiempo real sobre los atractivos turísticos, servicios, actividades y rutas disponibles en la provincia de Abancay.
- Implementar funcionalidades clave en la aplicación, como la geolocalización de puntos de interés, recomendaciones personalizadas y la integración con plataformas de reserva o consulta de servicios locales.
- Evaluar el impacto de la aplicación en la experiencia del turista, considerando indicadores como la facilidad de uso, la mejora en la accesibilidad a la información y la satisfacción del usuario.

## 2 Método

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación descriptiva, ya que busca recopilar y analizar datos relevantes del sector turístico de Abancay, con el fin de identificar patrones y necesidades específicas que sean esenciales para la aplicación ApuGo.

La población de estudio está compuesta por 50 participantes, representando a un grupo de interés dentro del sector turístico de Abancay. La muestra se seleccionó de manera estratificada para asegurar que se cubrieran diferentes segmentos dentro del sector. Para la recolección de datos, se emplearon técnicas cuantitativas, como encuestas estructuradas, que permitieron obtener información detallada sobre las preferencias y necesidades de los usuarios potenciales de la aplicación. En cuanto a los instrumentos de investigación, se utilizó un cuestionario con preguntas cerradas y escalas de medición, con el objetivo de garantizar la objetividad en la recolección de datos.

### 2.1 Fases del Desarrollo Scrum

El diseño y desarrollo de la aplicación ApuGo siguió un enfoque iterativo, utilizando la metodología ágil Scrum. Según Schwaber y Sutherland, Scrum es especialmente eficaz en proyectos complejos y dinámicos, como el desarrollo de aplicaciones de desarrollo y prototipado [11]. Esta metodología permitió integrar de manera eficiente funcionalidades como mapas interactivos, galerías de imágenes y acceso a información relevante sobre Abancay. A continuación, se detallan las fases clave del proceso Scrum:

- **Planificación:** Se identificaron las necesidades principales, tales como mapas interactivos, galerías de imágenes y acceso a información turística. Además, se definieron las historias de usuario en colaboración con stakeholders locales del sector turístico.
- **Diseño:** Se desarrollaron prototipos iniciales de la interfaz gráfica priorizando la usabilidad, utilizando la herramienta Figma.
- **Desarrollo:** La aplicación fue implementada con Django Rest Framework, elegido por su robustez y capacidad para la creación de Apis dinámicas y seguras [12]. También se utilizó React Native para el desarrollo de la app, y el consumo de toda la información.
- **Pruebas:** El equipo de desarrollo llevó a cabo pruebas unitarias continuas para verificar la funcionalidad de cada módulo, mientras que un grupo reducido de locales en Abancay colaboró en pruebas piloto.

### 2.2 Arquitectura lógica

La arquitectura lógica de la aplicación ApuGo utiliza Django como marco principal, tanto para el desarrollo del back-end como para la gestión de datos. Django maneja la lógica de negocio, la autenticación de usuarios y la interacción con la base de datos.



Fig 1. Arquitectura lógica de la aplicación móvil

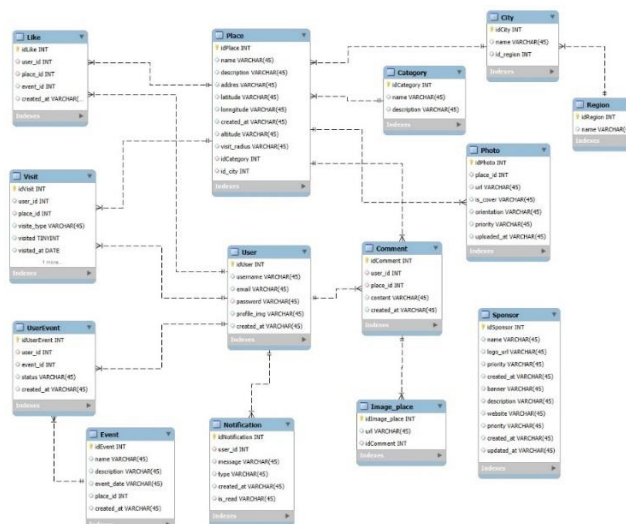


Fig 2. Diseño de la base de datos

### 2.3 Interfaces de la aplicación

La ventana principal de ApuGo (Fig. 3) ofrece un acceso rápido y sencillo a toda la información turística esencial. En la parte superior, se encuentra una barra de búsqueda que permite encontrar lugares, eventos o actividades específicas. También, se despliega una barra de navegación con opciones para explorar diferentes categorías: Eventos, Popular, Top y Nuevo. En la sección inferior, se destacan los lugares más visitados y los recomendados, brindando una visión clara y completa de las opciones turísticas disponibles.



Fig 3. Pantalla principal de ApuGo

Al seleccionar un lugar, se abre una ventana dedicada a la vista del lugar (Fig. 4), que muestra una imagen principal del lugar, seguida de una descripción detallada. Abajo, se encuentra un apartado para comentarios, donde los usuarios pueden dejar sus opiniones y experiencias. Además, cada comentario puede incluir fotos, facilitando la interacción y la visualización de diferentes perspectivas del lugar (Fig. 5).



Fig 4. Pantalla de la vista del lugar

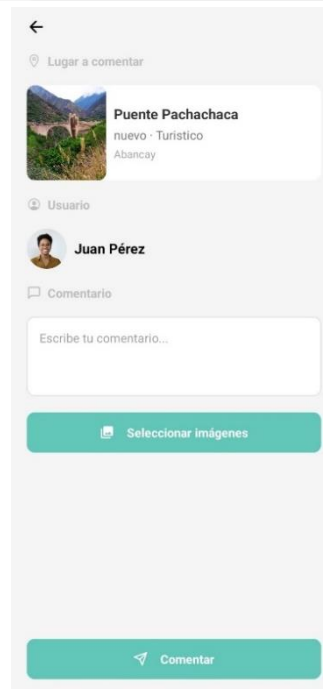


Fig 5. Pantalla para agregar comentarios

### 3 Resultados

La tabla a continuación muestra los resultados de la encuesta realizada para evaluar la calidad de la aplicación móvil, Cada dimensión se evaluó en términos de navegabilidad, usabilidad, accesibilidad, interoperabilidad y rendimiento. Los criterios incluidos fueron excelente, bueno, regular y malo, con una escala de puntuación que va de 4 a 1, asignada según la respuesta proporcionada por cada persona encuestada.

Tabla 1. Resultados de criterios

Dimensión	Excelente	Bueno	Regular	Malo	Cant. encuestados	Puntos de Agrado			
						Excelente	Bueno	Regular	Malo
Navegación	30	15	5	0	50	120	45	10	0
Usabilidad	10	35	5	0	50	40	105	10	0
Accesibilidad	0	35	15	0	50	0	105	45	0
Interoperabilidad	10	5	35	0	50	40	15	70	0
Rendimiento	33	15	2	0	50	134	45	4	0

Tabla 2. Resultados de Evaluación

Dimensión	Puntos obtenidos	Puntos posibles	Cumplimiento	Porcentaje de agrado			
				Excelente	Bueno	Regular	Malo
Navegación	175	200	88%	68%	26%	6%	0%
Usabilidad	155	200	78%	26%	68%	6%	0%
Accesibilidad	150	200	75%	0%	70%	30%	0%
Interoperabilidad	125	200	63%	32%	12%	56%	0%
Rendimiento	183	200	92%	73%	25%	2%	0%

Los resultados de la evaluación muestran que el sistema obtuvo un 88% de cumplimiento en navegabilidad, un 78% en usabilidad, un 60% en accesibilidad, un 63% en interoperabilidad y un 89% en rendimiento. Estos porcentajes reflejan un nivel aceptable de calidad para un sistema de gestión, especialmente considerando su implementación parcial en la web.

Por otro lado, realizamos la elección del porcentaje de agrado más alto de cada dimensión en el cual nos indica que el 68% es Excelente en Navegabilidad, 68% es Bueno en Usabilidad, 70% es Bueno en Accesibilidad, 56% es Regular en Interoperabilidad y un 73% es Excelente en Rendimiento.

## 4 Discusiones y Conclusiones

Este artículo consistió en el desarrollo de la aplicación móvil ApuGo, diseñada para mejorar la experiencia del turista en Abancay, proporcionando información actualizada en tiempo real sobre los atractivos turísticos, servicios y actividades disponibles. A través de las pruebas de calidad realizadas con encuestas a los usuarios, se identificaron áreas clave de mejora en la accesibilidad y la interoperabilidad, aunque el sistema ha logrado cumplir con muchos de los objetivos planteados, especialmente en cuanto a la navegabilidad y el rendimiento de la aplicación.

### 4.1 Discusiones

- En comparación con la investigación de VAO Perú [4], que busca impulsar el turismo en todo el país mediante una plataforma digital, ApuGo comienza con un enfoque específico en Abancay, con el objetivo de abordar los problemas de accesibilidad a la información y promoción de lugares turísticos en estas zonas poco exploradas, similar a la aplicación desarrollada en la UNAJMA [5]. Sin embargo, con una visión de crecer y expandirse, la idea es que, una vez consolidada en Abancay y Apurímac, la aplicación pueda servir de inspiración para el desarrollo de una plataforma más amplia que cubra todo el Perú, similar a lo que busca lograr VAO.
- Aunque ApuGo ha mostrado buenos resultados en términos de rendimiento (89%) y navegabilidad (88%), las dimensiones de accesibilidad (60%) e interoperabilidad (63%) requieren atención. Estos resultados sugieren que, si bien la aplicación es funcional, algunos usuarios pueden enfrentar dificultades debido a la falta de integración con otros sistemas o la necesidad de adaptaciones específicas para personas con discapacidades. Este hallazgo resalta la necesidad de mejorar la accesibilidad y hacer que la aplicación sea más inclusiva, además de optimizarla para una mayor interoperabilidad con otras plataformas turísticas. La accesibilidad es clave en aplicaciones turísticas, y varios estudios destacan que la falta de adaptaciones específicas puede reducir la experiencia del usuario [13]. Además, la interoperabilidad es esencial para la expansión de aplicaciones como ApuGo, ya que debe poder conectarse con otras plataformas de información turística para maximizar su utilidad [14].

### 4.2 Conclusiones

- La creación de la aplicación móvil turística ApuGo ha cumplido con el propósito de brindar información actualizada y accesible en tiempo real acerca de los atractivos turísticos, servicios, actividades y rutas disponibles en la provincia de Abancay. La aplicación ha sido efectiva para mejorar la experiencia del turista, posibilitando la navegación y el acceso a servicios turísticos locales. ApuGo no solo responde a las necesidades inmediatas de la región, sino que también sienta las bases para una futura expansión a otras regiones del país, siguiendo el modelo exitoso de VAO Perú [4]. Este enfoque escalable tiene el potencial de impactar positivamente en la promoción del turismo regional y nacional, contribuyendo al desarrollo económico y cultural de Abancay. La aplicación se alinea con las tendencias actuales de digitalización del turismo, tal como se menciona en estudios previos sobre el sector [9].
- La puesta en marcha de ApuGo ha logrado exitosamente el propósito de incorporar funciones fundamentales como la geolocalización de lugares de interés, sugerencias a medida y la vinculación con plataformas de reserva y consulta de servicios locales. Estas funciones han potenciado notablemente la experiencia del usuario, ofreciendo datos exactos y al día en tiempo real. En contraposición a técnicas convencionales como folletos o páginas web aisladas, la aplicación ofrece actualizaciones inmediatas, lo que disminuye la probabilidad de confusión o pérdida de información. No solo favorece a los visitantes, sino que también mejora la labor de los agentes turísticos, proporcionando acceso a datos fiables y fomentando una administración más eficaz del turismo en la zona [15].

- La valoración del efecto de ApuGo en la experiencia del turista ha evidenciado resultados favorables en términos de sencillez de uso, acceso a datos en tiempo real y la satisfacción global del usuario. Pese a los retos asociados a la accesibilidad y la compatibilidad con otros sistemas de turismo, las primeras opiniones señalan que ApuGo mejora de manera notable la experiencia del usuario. Las áreas de oportunidad detectadas, como la integración con otras plataformas en línea y la optimización para usuarios con requerimientos especiales, constituyen etapas fundamentales para las futuras versiones. Pese a estos desafíos, la visión positiva de los primeros usuarios indica que ApuGo puede establecerse como un instrumento crucial para fomentar destinos menos explorados, fomentando el crecimiento económico y turístico de la zona.

## 5 Referencias

- [1] M. Urvina, X. Lastra y C. Jaramillo, «Turismo y aplicaciones móviles. Preferencias de turistas y prestadores de servicios en el cantón Tena, Napo, Ecuador,» vol. 20, n° 1, p. 17, 2022.
- [2] C. Montaudon, I. Pinto y A. Yáñez, «Tendencias de la digitalización en la hospitalidad y el turismo,» vol. 6, n° 2, pp. 1169-1181, 2020.
- [3] F. Sepa, «Desarrollo de una aplicación móvil android para la promoción y difusión de eventos y turismo del cantón Guaranda utilizando la metodología de desarrollo MOBILE-D.,» Riobamba, 2022.
- [4] C. d. u. A. p. e. t. d. e. e. p. V. Perú, «Barrientos, Brigithe ; Ponce, David,» Lima, 2024.
- [5] R. Taipe, «Desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para promover el turismo en la provincia de Andahuaylas mediante la gestión de posibilidades según tiempos y costos.,» Andahuaylas, 2020.
- [6] D. E. Redacción, «RESEÑA HISTÓRICA DE LA PROVINCIA DE ABANCAY,» Diario expresion redaccion, 2023. [En línea]. Available: <https://www.expresiondiario.pe/resena-historica-de-la-provincia-de-abancay/>.
- [7] J. Arevalo, «Aplicación móvil de guía turística mediante realidad aumentada para promocionar el Valle de las Cataratas ubicada en Bongará - Amazonas,» Chiclayo, 2024.
- [8] L. Yauri, «Pre factibilidad para la implementación de un aplicativo móvil como guía turística para viajeros en el Perú,» Lima, 2018.
- [9] M. d. C. E. y. y. d. P. [MINCETUR], «Plan Estratégico Regional de Turismo – PERTUR Apurímac al 2025,» Lima, 2022.
- [10] L. Paniagua, «Gestión municipal y desarrollo turístico de la provincia de Abancay, 2023,» Lima, 2024.
- [11] K. Schwaber y J. Sutherland, «La guía de Scrum,» Mexico, 2020.
- [12] D. S. Foundation, «Django | The web framework for perfectionists with deadlines,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.djangoproject.com/>. [Último acceso: 2024].
- [13] J. Sánchez, M. Loarte y D. Caisachana, «Turismo accesible e inclusivo en el Ecuador, frente al turismo accesible en otros países,» vol. 12, n° 1, pp. 225-231, 2020.
- [14] J. Bulchand y R. Pérez, «La interoperabilidad de las plataformas tecnológicas de DTI como clave para el despegue de los mismos,» pp. 252-275, 2017.
- [15] USIL, «La digitalización en la gestión de los atractivos turísticos,» 2024. [En línea]. Available: <https://blogs.usil.edu.pe/facultad-htg/administracion-en-turismo/digitalizacion-gestion-de-atractivos-turisticos>.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 28 - 35  
Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.173>

#### Autores:

1. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0001-0556-9357>  
Rommy Lucero Donaires-Villegas, está en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú.  
[221071@unamba.edu.pe](mailto:221071@unamba.edu.pe)
2. ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-4139-3245>  
Lycet Caceres-Bustinza, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú. [lcaceres@unamba.edu.pe](mailto:lcaceres@unamba.edu.pe)

## Evaluación de la concentración de hidrocoloide de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el proceso de elaboración de manjar a partir de leche de cabra

### Evaluation of the concentration of cactus hydrocolloid (*Opuntia ficus-indica*) in the process of preparing delicacy from goat milk

Rommy L. Donaires-Villegas<sup>1</sup>, Lycet Caceres Bustinza<sup>2</sup>

**Resumen.** El presente poster científico tiene como objetivo evaluar la concentración de hidrocoloide de nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el proceso de elaboración de manjar a partir de leche de cabra, sobre sus características fisicoquímicas: pH, acidez, densidad, °Brix, % de cristalización, color y evaluación sensorial: aceptabilidad, sabor y textura. Se utilizará metodología de la A.O.A.C. y un panel semientrenado sensorialmente. Se establecieron concentraciones de mucílago de nopal al 0, 3, 6 y 9 % en la etapa final de concentración del manjar. Se espera identificar las concentraciones de mucílago que presenten las mejores ( $p < 0.05$ ) características fisicoquímicas y evaluación sensorial de acuerdo con la Norma Técnica Peruana sobre manjar de leche. Es así como, la leche de cabra aporta textura más suave y mayor digestibilidad debido a la acción de las lipasas humanas. Asimismo, su menor contenido de  $\alpha$ -caseína disminuye las probabilidades de alergias e intolerancia a la lactosa.

La adición de mucílago (hidrocoloide) como biopolímero y polisacárido compuesto por arabinosa, xilosa, galactosa, ácido galacturónico y rramnosa se sintetiza con el fin de almacenar agua, mediante la secreción de polisacáridos en los espacios extracelulares, lo que permite su afinidad con la leche por su alto contenido de agua.

**Palabras Clave:** Leche de cabra, hidrocoloide, manjar.

**Abstract.** The present scientific poster aims to evaluate the concentration of nopal (*Opuntia ficus-indica*) hydrocolloid in the process of making delicacy from goat milk, on its physicochemical characteristics: pH, acidity, density, °Brix, % crystallization, color and sensory evaluation: acceptability, flavor and texture. The A.O.A.C. methodology and a semi-sensory-trained panel will be used. Concentrations of nopal mucilage were established at 0, 3, 6 and 9% in the final stage of concentration of the delicacy. It is expected to identify the mucilage concentrations that present the best ( $p < 0.05$ ) physicochemical characteristics and sensory evaluation according to the Peruvian Technical Standard on milk delicacy. Thus, goat milk provides a softer texture and greater digestibility due to the action of human lipases. Likewise, its lower  $\alpha$ -casein content decreases the probability of allergies and lactose intolerance. The addition of mucilage (hydrocolloid) as a biopolymer and polysaccharide composed of arabinose, xylose, galactose, galacturonic acid and rhamnose is synthesized in order to store water, through the secretion of polysaccharides in the extracellular spaces, which allows its affinity with milk due to its high-water content.

**Keywords:** Goat milk, hydrocolloid, delicacy.

## 1 Introducción

El consumo de productos muy industrializados en la actualidad conlleva definitivamente a consecuencias en la salud, por la altísima carga de azúcares y aditivos químicamente elaborados. Es así como en esta investigación se plantea el uso de hidrocoloide de nopal como emulsionante, ya que por ser un polisacárido fibroso ayuda al adecuado funcionamiento del intestino, asimilación de grasas, de glucosa y otros. Además, tiene alta capacidad de absorción de agua, formar geles, controlar la cristalización y estabilizar suspensiones.

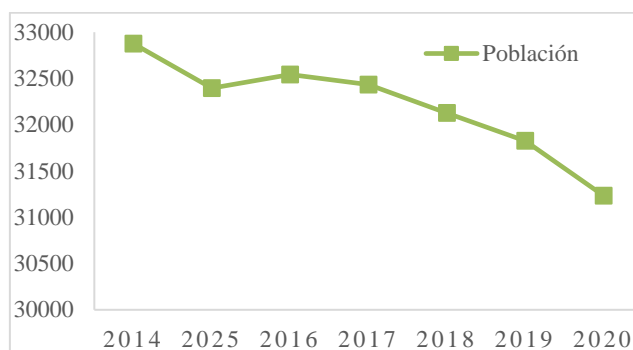
### 1.1 Contexto de la industria láctea

La industria láctea, según el Ministerio de Agricultura y Riego, tiene como principal fuente de producción al ganado vacuno [1], representando el 83% de la producción mundial, mientras que el ganado caprino aporta solo el 2%



[2]. En el ámbito nacional, el Perú cuenta con 2 millones de cabezas de ganado caprino, generando anualmente alrededor de 18,000 toneladas de leche, con una producción promedio de apenas 75 kg por cabra al año [3], no obstante, cada año es menor la población de ganado caprino [4]. Esta baja productividad se debe principalmente a la escasa promoción de su crianza y consumo [5]. En zonas rurales, como las provincias de Abancay, su comercialización se limita a la leche entera y la elaboración de queso, lo que resalta la necesidad de desarrollar productos innovadores que aprovechen esta materia prima.

En Apurímac, entre 2014 y 2020, la población de ganado caprino disminuyó en 1,642 cabezas. Sin embargo, esta información no refleja la producción específica de leche, lo que evidencia un bajo aprovechamiento de este recurso [4].



**Fig. 1.** Población de ganado caprino del 2014 al 2020

Según una investigación sobre la competitividad en la gestión de productores caprinos, la producción caprina en el Perú se caracteriza por su naturaleza artesanal y secundaria, con un notable desaprovechamiento del 68% de la leche debido a la falta de industrialización y conocimientos técnicos. Esto limita la diversificación y el valor agregado, afectando la sostenibilidad y los ingresos de los pequeños productores [5]. Sin embargo, los productos lácteos caprinos representan una alternativa prometedora gracias a su perfil nutricional superior en comparación con la leche de vaca, además de ofrecer mayores oportunidades para diversificar la producción.

## 1.2 Beneficios y limitaciones de la leche de cabra

La leche de cabra tiene un perfil único de nutrientes, destacándose por características como el menor tamaño de los glóbulos de grasa, que están naturalmente homogeneizados, y de la caseína, además de un mayor contenido de ácidos grasos de cadena corta. La leche de cabra, con un aporte nutricional significativo de 3.7% de grasa y 3.36% de proteína que ayudan a tener mayor rendimiento elaborando derivados que la leche de vaca, siendo ideal para la elaboración de productos lácteos competitivos y de alta calidad, como quesos, yogures, mantequilla y dulces, incluido el manjar [6].

Estas propiedades resultan en productos lácteos de textura más suave y mayor digestibilidad debido a la acción de las lipasas humanas.

**Tabla 1.** Composición de la leche humana, leche entera de vaca y leche de cabra (medida g/kg)

Nutrientes	Leche humana	Leche de cabra	Leche de vaca
Sólidos totales	127.4	119.4	128
Grasa	40.0	38.0	36.0
Lactosa	69.0	41.0	47.0
Proteína	12.0	34.0	33.0
Caseína	4.0	25.0	26.0
Albumina, globulina	7.0	7.0	6.0
Nitrógeno no proteico	5.0	4.0	2.0
Ceniza	3.0	8.0	7.0
Kcal/dl	68.0	70.0	69.0
Colesterol	0.16	0.10	0.13

Asimismo, su menor contenido de  $\alpha$ -caseína disminuye las probabilidades de alergias y al contener niveles muy bajos de lactosa resulta muy útil para personas intolerantes a esta [7, 8]. Por su similitud con la leche materna [9], constituye una excelente opción para su sustitución cuando sea necesario y una estrategia eficaz para combatir la desnutrición, especialmente en la población infantil [10, 11].

A pesar de sus beneficios, el consumo de leche de cabra en el Perú sigue siendo limitado por factores como el desagrado, el desconocimiento y la baja disponibilidad, lo que ha impedido consolidar una demanda nacional.

### 1.3 Oportunidades en el desarrollo de derivados caprinos

Investigaciones han mostrado respuestas positivas hacia productos lácteos caprinos, evidenciando un mercado potencial para innovaciones [7]. En este contexto, el manjar de leche de cabra se posiciona como una alternativa atractiva, combinando un sabor agradable con un alto contenido nutricional, y abriendo oportunidades para fortalecer el sector caprino.

En el año 2019 la venta total de productos lácteos fue de 253, 475 toneladas las cuales las 6,742 toneladas fue la venta de manjar blanco, donde el 0.30% fue la venta de Apurímac [12].

Según la NTP 202.108.2023, el manjar blanco se elabora por concentración térmica de leche reconstituida, endulzada con sacarosa u otros azúcares, y puede incluir aditivos permitidos. Sin embargo, el uso de aditivos como la glucosa podría afectar los nutrientes de la leche y generar riesgos por el exceso de azúcares, destacando la importancia de buscar alternativas más saludables [13].

### 1.4 Incorporación del mucílago de nopal

Una opción prometedora es el mucílago de nopal o tuna (*Opuntia ficus-indica*), una planta tropical cuyo aprovechamiento en el Perú se centra en el fruto y la producción de cochinilla. Entre 2014 y 2020, la producción de tuna disminuyó de 84.9 a 62.2 mil toneladas métricas debido a factores climáticos, siendo Apurímac el tercer departamento productor con 6134 toneladas métricas en 2020 [4]. Esta reducción se debe en parte a que la producción de tuna se realiza mayoritariamente de forma extensiva y silvestre [14]. Incorporar mucílago de nopal en productos como el manjar blanco no solo ofrecería una alternativa saludable para reducir la glucosa, sino también fomentaría el mejor uso de este recurso local.

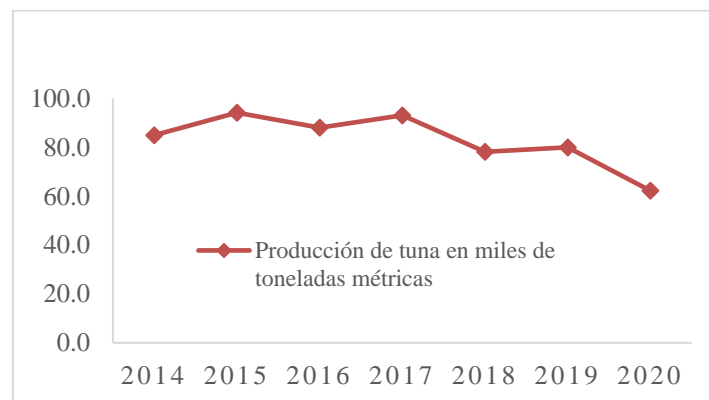


Fig. 2. Producción de tuna en miles de toneladas métricas.

En Apurímac, la producción de tuna aún no se aprovecha completamente, pese a su gran potencial debido a la riqueza genética, la extensión de las áreas cultivadas y su adaptación a diversos climas [15]. Originaria de México, esta planta destaca por su eficiente uso del agua y la versatilidad de sus frutos y cladodios, ampliamente utilizados en la gastronomía mexicana. Además, el mucílago presente en los cladodios, compuesto por polisacáridos como arabinosa, xilosa, galactosa, ácido galacturónico y ramnosa, actúa como un mecanismo de almacenamiento de agua para enfrentar períodos de sequía [16]. Este mucílago presenta un potencial interesante como ingrediente en la industria alimentaria, destacándose principalmente por sus propiedades tecno-funcionales, en especial las reológicas (viscosidad). Como aditivo, cumple la función de espesante, estabilizante, mejora la textura y las propiedades sensoriales de los productos. Además, se puede aprovechar en la industria alimentaria para controlar los niveles de glucemia y reducir el colesterol, así como por sus propiedades nutricionales (prebiótico) y medicinales (protector gástrico a partir de extracto de mucílago), convirtiéndolo en un producto funcional y un excelente sustituto de la glucosa en la elaboración del manjar [17, 18].

### 1.5 Antecedentes

Algunos antecedentes indican que, se ha llevado a cabo estudios sobre el manjar de leche de cabra, resaltando sus características fisicoquímicas y sensoriales. Este producto resulta especialmente adecuado para personas intolerantes a la lactosa debido a su bajo contenido de  $\alpha$ 1-caseína y su alto nivel de  $\beta$ -caseína. Estas propiedades, junto con las micelas de caseína de menor tamaño, forman una red proteica densa que mejora la retención de agua y proporciona una textura consistente, minimizando problemas como la cristalización en productos con alto contenido de sacarosa [19]. Por otro lado, investigaciones relacionadas con la cajeta, un dulce mexicano elaborado tradicionalmente con leche de cabra, destacan que los productos lácteos caprinos retienen mejor el agua, poseen una estructura proteica más compacta y presentan

propiedades funcionales superiores. Estas cualidades convierten a la leche de cabra en un recurso estratégico para el desarrollo de productos innovadores y de alto valor agregado en la industria láctea [20]. En cuanto al uso del hidrocoloide de nopal en la industria alimentaria, se ha estudiado su aplicación como espesante en yogur bebible. Los resultados indican que el mucílago de nopal disminuye la formación de ácido láctico y aumenta la viscosidad a partir de concentraciones de 0.2%, consolidándose como un ingrediente funcional con gran potencial en la formulación de productos lácteos [21].

**El objetivo de la presente investigación** es evaluar la concentración del nopal (*Opuntia ficus-indica*) como polímero hidrocoloide en el proceso de elaboración de manjar a partir de leche de cabra, como variable de estudio en 4 concentraciones de 0%, 3%, 6% y 9% y un control elaborado con glucosa, evaluando sus características fisicoquímicas como % Acidez, pH, densidad, °Brix como sólidos solubles y la evaluación sensorial de aceptabilidad, sabor y textura, como variables de respuesta.

## 2 Método

En la presente investigación se establecerá como población a las muestras de manjar de cabra con adición de hidrocoloides de nopal con 5 diferentes concentraciones (1 tratamiento control con glucosa y 4 concentraciones con nopal), se realizará por triplicado y la elaboración es a nivel laboratorio. Para el muestreo se considerará un proceso de muestreo probabilístico estratificado con submuestreo aleatorio simple. La estratificación se dará en 5 grupos y se considerará la variable concentración de nopal. La aleatorización será de 3 tratamientos para cada estrato, teniendo un total de 15 muestras, los datos nos permitirán establecer la relación entre las variables de estudio y respuesta de la presente investigación. El desarrollo de las formulaciones se realizará en el laboratorio de procesamiento de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac ubicada en la ciudad de Abancay. La leche caprina para utilizar provendrá del sector de Tumiri Grande, distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac. Se contará con menos de 6 horas de haber sido ordeñada y se transportará en condiciones de refrigeración a 4°C.

### 2.1 Análisis Fisicoquímico

La acidez titulable, densidad, pH y la concentración de sólidos solubles expresados en °Brix se realizará mediante la metodología establecida por la A.O.A.C. 2000, el % de cristalización se realizará utilizando un microscopio óptico con un lente objetivo 20X y el color instrumental se medirá mediante el sistema Cie LAB, donde  $L^*$  representa valores de luminosidad y  $a^*$ ,  $b^*$  representan valores de cromaticidad, medidos en un colorímetro portátil CR-400, Konica Minolta. Para la textura, se realiza una evaluación física con un texturómetro de prueba universal (Texture Pro CT3, Brookfield, USA) con doble compresión y penetración.

### 2.2 Evaluación sensorial

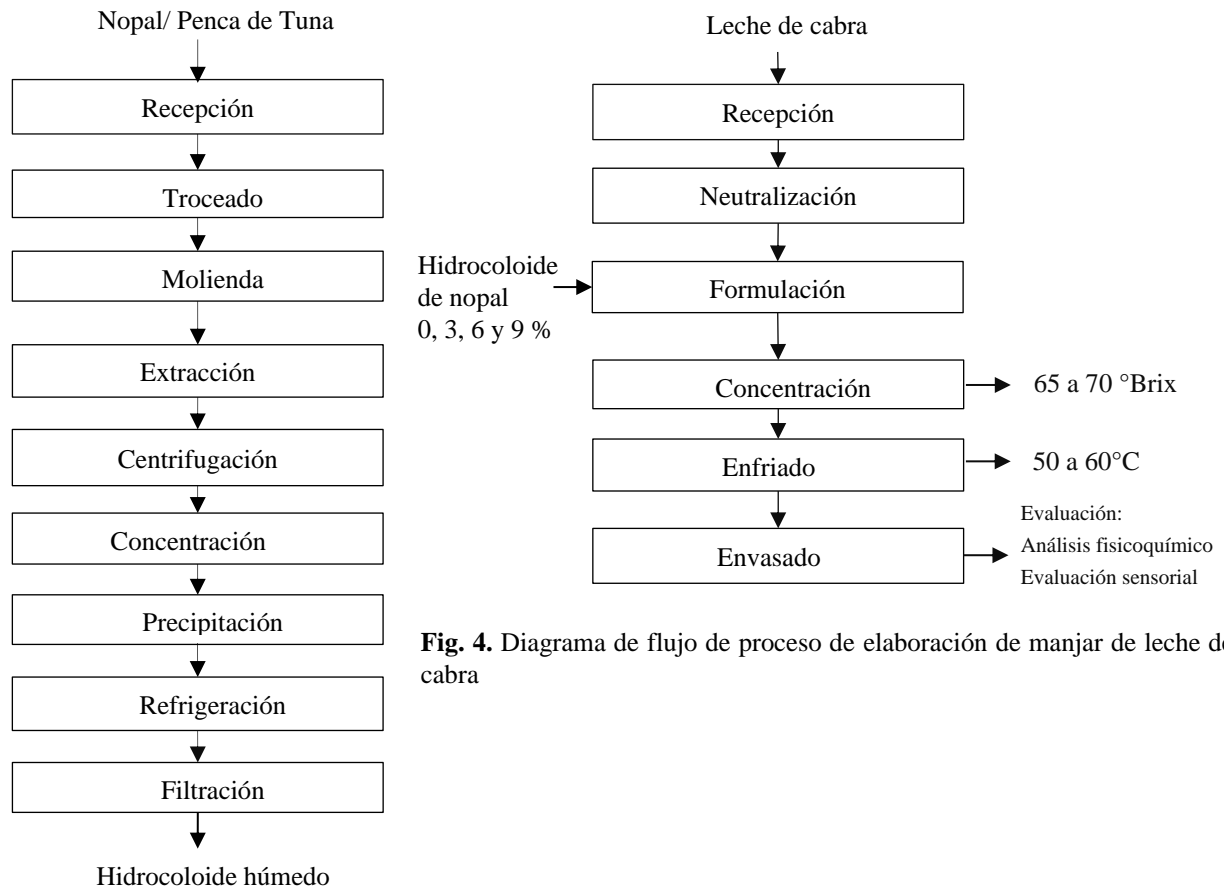
Mediante un panel semientrenado, el cual establecerá la preferencia para la aceptación del producto con una escala hedónica de 1) Me disgusta bastante, 2) Me disgusta un poco, 3) Ni me gusta ni me disgusta, 4) me gusta un poco y 5) Me gusta bastante, para cada uno de los tratamientos. En el sabor y textura se utiliza la prueba de estimación de la magnitud con escalas hedónicas.

### 2.3 Análisis Estadístico

Cada una de las variables independientes y dependientes se analizan de manera individual mediante un Diseño Completo al Azar (DCA), en el Software IBM SPSS Statistics V27. Para el análisis adecuado se considera los supuestos de normalidad de datos y homogeneidad de varianza, mediante las pruebas de Shapiro-Wilk ( $p\text{-valor} > 0,05$ ) y Leneve ( $p\text{-valor} > 0,05$ ) respectivamente. Luego, se realizó el análisis de varianza ANOVA para determinar la influencia de las variables de respuesta considerando un  $p\text{-valor} < 0,05$ , con una posterior prueba de contrastación Tukey y Games Howell.

## 2.4 Metodología

El procedimiento que se debe realizar para la elaboración de manjar de leche de cabra con adición de nopal se establece en 2 partes: la primera la extracción de hidrocoloide de nopal Fig. 3, y la segunda de la elaboración propiamente del manjar de leche de cabra. Fig. 4.



**Fig. 4.** Diagrama de flujo de proceso de elaboración de manjar de leche de cabra

**Fig. 3.** Diagrama de flujo para la extracción del Hidrocoloide de nopal

La formulación de tratamientos en la elaboración de manjar de leche de cabra con adición de hidrocoloide de nopal se realizará de acuerdo con la tabla 2.

**Tabla 2.** Formulación de tratamientos para la elaboración de manjar de leche de cabra con adición de nopal (hidrocoloide) a diferentes concentraciones

	T1	T2	T3	T4	T5
Leche	79.89%	79.89%	76.89%	73.89%	70.89%
Sacarosa	18%	20%	20%	20%	20%
Glucosa	2%	0%	0%	0%	0%
<b>Hidrocoloide de Nopal</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>
Bicarbonato de sodio	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Sorbato de potasio	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%

### 3 Resultados

Para el reporte de resultado se establece tablas y figuras. Cabe mencionar que los datos son estimados para indicar la forma de presentación de resultados.

#### 3.1 Análisis Físicoquímico

Para este análisis se deberá realizar los parámetros físicoquímicos de acidez titulable, pH, densidad, la concentración de sólidos solubles expresados en °Brix, el % de cristalización, textura y el color instrumental, donde L\* representa valores de luminosidad y a\*, b\* representan valores de cromaticidad. Deberá ser presentada en la tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis físicoquímico de manjar de leche de cabra con adición de nopal (hidrocoloide) a diferentes concentraciones.

Parámetro	Muestra control	% Nopal (hidrocoloide)			
		0	3	6	9
Acidez (% Ácido láctico)	0.21 <sup>a, A</sup>	0.21 <sup>a, A</sup>	0.21 <sup>a, A</sup>	0.21 <sup>a, A</sup>	0.21 <sup>a, A</sup>
pH	7.3 <sup>a, A</sup>	7.3 <sup>a, A</sup>	7.3 <sup>a, A</sup>	7.3 <sup>a, A</sup>	7.3 <sup>a, A</sup>
Densidad (g/ml)	1.29 <sup>a, A</sup>	1.29 <sup>a, A</sup>	1.29 <sup>a, A</sup>	1.29 <sup>a, A</sup>	1.29 <sup>a, A</sup>
°Brix (°Bx)	67 <sup>a, A</sup>	67 <sup>a, A</sup>	67 <sup>a, A</sup>	67 <sup>a, A</sup>	67 <sup>a, A</sup>
Cristalización	115.45 <sup>a, A</sup>	115.45 <sup>a, A</sup>	115.45 <sup>a, A</sup>	115.45 <sup>a, A</sup>	115.45 <sup>a, A</sup>
Textura (g*cm)	34.05 <sup>a, A</sup>	34.05 <sup>a, A</sup>	34.05 <sup>a, A</sup>	34.05 <sup>a, A</sup>	34.05 <sup>a, A</sup>
Color					
- L*	55.69 <sup>a, A</sup>	55.69 <sup>a, A</sup>	55.69 <sup>a, A</sup>	55.69 <sup>a, A</sup>	55.69 <sup>a, A</sup>
- a*	1.94 <sup>a, A</sup>	1.94 <sup>a, A</sup>	1.94 <sup>a, A</sup>	1.94 <sup>a, A</sup>	1.94 <sup>a, A</sup>
- b*	16.80 <sup>a, A</sup>	16.80 <sup>a, A</sup>	16.80 <sup>a, A</sup>	16.80 <sup>a, A</sup>	16.80 <sup>a, A</sup>

Nota. La tabla presenta el promedio  $\pm$  la desviación estándar (n = 3). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las concentraciones hidrocoloide de nopal; mientras que las letras mayúsculas indican diferencias con el tratamiento control.

#### 3.2 Evaluación sensorial

Un panel semientrenado llevará a cabo la evaluación, analizando cada uno de los tratamientos. Para ello utilizarán una escala hedónica de 1) Me disgusta bastante, 2) Me disgusta un poco, 3) Ni me gusta ni me disgusta, 4) me gusta un poco y 5) Me gusta bastante, y deberá ser plasmada en la tabla 4.

**Tabla 4.** Evaluación sensorial de manjar de leche de cabra con adición de nopal (hidrocoloide) a diferentes concentraciones.

Parámetro	Muestra control	% Nopal (hidrocoloide)			
		0	3	6	9
Aceptación	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>
Sabor	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>
Textura	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>	0.0 <sup>a, A</sup>

Nota. La tabla presenta el promedio  $\pm$  la desviación estándar (n = 3). Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). Las letras minúsculas indican diferencias significativas entre las concentraciones hidrocoloide de nopal; mientras que las letras mayúsculas indican diferencias con el tratamiento control.

### 4 Discusiones y Conclusiones

Las discusiones con respecto al análisis físicoquímico se realizarán con respecto a los resultados y de acuerdo con los resultados obtenidos de otras investigaciones, así también se tomará como punto referencial la Norma Técnica Peruana (NTP) 202.108.2023. A continuación, se muestran estimaciones de posibles discusiones según antecedentes encontrados.

La acidez de los dulces de leche de este estudio se mantuvo dentro de los rangos registrados por otros autores (Gaze y col., 2015), tomando en cuenta que el porcentaje de ácido láctico aumenta conforme se incrementa la concentración de hidrocoloide de nopal. Sin embargo, los valores de pH obtenidos en esta investigación son superiores a los reportados por los mismos autores. Esto puede ser debido a que la cantidad de bicarbonato de sodio utilizada en este estudio fue superior a lo comúnmente utilizado en la industria, lo que provoca un mayor valor de pH en el producto final.

Por otro lado, un aumento de hidrocoloide de nopal en la formulación provocó mayor concentración de ácido láctico y, por ende, un menor pH en el producto lo que conlleva a mayor a una mayor reacción de Maillard en presencia de la lactosa de la leche de cabra (González, 2014). Esto podría explicar por qué los consumidores tuvieron una mayor percepción de color oscuro en el dulce de leche a medida que aumentó la presencia de hidrocoloide.

Respecto a la cristalización, en la literatura no existen estudios sobre el efecto de hidrocoloide de nopal en manjar proveniente de leche de cualquier mamífero; sin embargo, por la presencia de polisacáridos se considera que debe tener menor formación de cristales. Se supone el aumento de los valores medios de los parámetros de textura instrumental a medida que es mayor la concentración de hidrocoloide de nopal, este comportamiento se atribuye al aumento de la densidad del producto, tal y como se muestra en los resultados el manjar se torna más duro, pegajoso (adhesivo) y en el cual hay que aplicar mayor energía para masticar.

## 5 Referencias

- [1] J. Rospigliosi Zevallos, «Estudio de la Ganadería Lechera en el Perú: Análisis de su Estructura, Dinámica y Propuestas de Desarrollo,» MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 2017.
- [2] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], «Puerta de entrada a la producción y productos lácteos (Hechos sobre la leche)».
- [3] E. Nolte, «Producción Caprina en el Perú del Siglo XXI,» *Perulactea*, 05 04 2019.
- [4] Instituto Nacional De Estadística E Informática (INEI), «PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, SEGÚN PRINCIPALES PRODUCTOS, 2014-2020,» de *Compendio estadístico Perú 2021*, 2021, pp. 992 - 1011.
- [5] D. Cunguia Piedra, A. L. Ludeña Gutiérrez, Á. A. Ludeña Escalante y S. Timana Rojas, «Competitividad en la gestión de productores caprinos,» 2021.
- [6] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), «El Perú no se detiene: MIDAGRI logra nacimiento de primeras cabras puras de raza alpino francés con alta calidad genética en Huaral,» Plataforma del estado Peruano, 2024.
- [7] E. Tsiplakou y G. Zervas, «Leche de cabra,» de *Leche y productos lácteos en la nutrición humana: producción, composición y salud, primera edición. Editado por Young W. Park y George FW Haenlein.*, 2013.
- [8] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, «Leche de cabra,» de *Leche y productos lácteos*, 2013, pp. 65 - 66.
- [9] S. Clark y M. B. Mora García, «Un análisis de 100 años: avances en la investigación sobre la leche de cabra,» *American Dairy Science Association*, p. 10026, 2017.
- [10] A. Bidot Fernández, «Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica,» pp. 32-41, 2017.
- [11] J. A. Serrano Reina, T. Nestares Pleguezuelo, M. J. Muñoz Alférez, J. Díaz Castro y L. A. M. Inmaculada, «Eficacia de regeneración de la hemoglobina en la recuperación de la anemia ferropénica nutricional con dietas elaboradas a base de leche de cabra,» pp. 1813-1819, 2015.
- [12] M. A. Casimiro Casimiro y M. R. Maza Silupu, «Anuario Estadístico: PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL ALIMENTARIA,» 2019.
- [13] NTP, «Norma Técnica Peruana (NTP) 202.108.2023. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. MANJAR BLANCO,» 2023.
- [14] E. Castro Ballvé, A. Galiano y E. Sifuentes, «Valor Bruto de Producción Agropecuaria,» 2024.
- [15] Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), «Tuna : Análisis de mercado del 2015 al 2021,» Sierra y Selva exportadora, 2021.
- [16] E. A. Luna Zapién, J. A. Zegbe y J. A. y. M. F. R. Meza Velázquez, «MUCÍLAGO DE NOPAL (*Opuntia spp.*) Y SU APLICACIÓN COMO ADITIVO ALIMENTARIO: UNA VISIÓN GENERAL,» *Rev. Fitotec. Mex.*, vol. 46 (1), pp. 51-61, 2023.

- [17] M. Abrajan, A. M. Fabry, N. Garcia Nauto y C. Saenz, «EL NOPAL, UNA ESPECIE DE ZONAS ÁRIDAS PRODUCTORA DE HIDROCOLOIDES NATURALES,» 2017.
- [18] J. Quispe Rodríguez, «Las propiedades medicinales y valor nutricional de la tuna,» 2021.
- [19] M. Cordero García, A. Chacón Villalobos, P. Malavassi Conejo y D. Víquez Barrantes, «Características fisicoquímicas y sensoriales del dulce de leche caprino con inclusión de amaretto,» *Redalyc*, 2022.
- [20] J. F. Vélez Ruiz, «LA CAJETA, UN DULCE DE LECHE DE CABRA,» 2018.
- [21] V. Herrera Enciso, F. Herrera Enciso y E. Ramos Ojeda, «APLICACIÓN DEL MUCÍLAGO DE NOPAL COMO OPCION DE ESPESANTE EN YOGURT BEBIBLE,» *Pistas Educativas*, No. 139, 2021.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>

Páginas: 36 - 42 Recibido 23/12/2025 ; Aceptado  
30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.174>

Edición Especial: FERCYT UNAMA - 2024

Autores:

1. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0000-2980-9856> Edison Caillahua Alvis, estudiante de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, 181605@unamba.edu.pe
2. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0009-6229-532X> Melani Isabel Mendoza Pumacayo, estudiante de la escuela académica profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, 201124@unamba.edu.pe
3. ORCID iD <https://orcid.org/0009-0005-7307-6748> Fanny Silva Noriega, docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac – PE, fsilva@unamba.edu.pe

## Sistema de Tratamiento para la Optimización de Aguas Residuales en Sistemas Sanitarios y Áreas Verdes de la UNAMBA

### Treatment System for the Optimization of Wastewater in Sanitary Systems and Green Areas of the UNAMBA

Edison Caillahua-Alvis<sup>1</sup>, Melani Isabel-Mendoza Pumacayo<sup>2</sup> y Fanny Silva-Noriega<sup>3</sup>

**Resumen.** La escasez de agua constituye un desafío global crítico que afecta a millones de personas, muchas de las cuales solo tienen acceso limitado al agua potable durante determinadas horas del día, mientras que otras carecen completamente de este recurso esencial. Este problema se agudiza en entidades públicas con alta afluencia de personas, donde el consumo de agua potable en servicios higiénicos alcanza niveles considerablemente elevados. En las instalaciones de Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, el consumo total de agua se estima en **763,469.66 litros por mes**. En particular, el pabellón de aulas generales, que alberga a **540 estudiantes** de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, registra un consumo de **117,792.46 litros por mes**, representando un área clave para la optimización del recurso hídrico. En respuesta a esta problemática, se propone un sistema de tratamiento de aguas residuales para su reutilización y optimización del consumo de agua potable en los sistemas sanitarios y las áreas verdes del campus universitario.

**Palabras Clave:** Aguas residuales, reutilización del agua, tratamiento de aguas residuales, optimización del consumo hídrico.

**Abstract.** Water scarcity is a critical global challenge affecting millions of people, many of whom have only limited access to drinking water during certain times of the day, while others lack this essential resource altogether. This problem is exacerbated in public entities with a high influx of people, where the consumption of drinking water in toilets reaches considerably high levels. In the facilities of Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, total water consumption is estimated at 763,469.66 liters per month. In particular, the general classrooms pavilion, which houses 540 students of the Professional Academic School of Civil Engineering, has a consumption of 117,792.46 liters per month, representing a key area for the optimization of water resources. In response to this problem, a wastewater treatment system is proposed for reuse and optimization of potable water consumption in the sanitary systems and green areas of the university campus.

**Keywords:** Wastewater, water reuse, wastewater treatment, optimization of water consumption.

## 1 Introducción

Según el Informe Mundial de las Naciones Unidas, el estrés hídrico es definido como el desequilibrio entre el consumo y la disponibilidad de agua que afecta actualmente a más de 2.000 millones de personas a nivel global, aproximadamente 4.000 millones de personas que enfrentan escasez severa de agua al menos un mes al año, mientras que 1.600 millones carecen de acceso al recurso debido a limitaciones de infraestructura, a pesar de su disponibilidad física. Además, el 30% de los principales acuíferos subterráneos se encuentra sobreexplotado [1]

La presente investigación tiene como objetivo, determinar la propuesta del sistema de tratamiento para la optimización de aguas residuales de los sistemas sanitarios de las aulas generales en las áreas verdes del campus universitario de la UNAMBA, cuantificar la optimización de aguas residuales en el sistema de tratamiento para la gestión del agua de los sistemas sanitarios de las aulas generales en las áreas verdes del campus universitario de la UNAMBA y determinar cómo influye la propuesta de optimización de aguas residuales del sistema de tratamiento en el impacto de la sostenibilidad hídrica de los sistemas sanitarios de las aulas generales en las áreas verdes del campus universitario de la UNAMBA. El enfoque principal está en la reutilización de aguas provenientes de los sistemas sanitarios para el riego de áreas verdes e inodoros.

La utilización de agua en las viviendas produce aguas residuales de dos clases de efluentes; el primero relacionado con la materia fecal y el segundo con las aguas grises [2]. los diferentes tipos de equipos y tratamientos disponibles para la realización de la tarea de disminución en el consumo [3]. Estas aguas deben cumplir con estándares de calidad para ser reutilizadas o dispersas en el medio ambiente, con el fin de convertirse en un recurso ecológico. [4] Debe adoptar modelos de sistemas permanentes de la reutilización y tratamiento de aguas grises.

Frente a este desafío, surge la necesidad de soluciones sostenibles [5], como el tratamiento y la reutilización de aguas residuales. Según la revista *Wastewater Treatment and Reuse for Sustainable Water Resources Management: A Systematic Literature Review (2023)* [6], el tratamiento de aguas residuales representa una estrategia clave para reducir el desperdicio de agua, aliviar la presión sobre las fuentes naturales y promover el acceso a energías limpias. Esta práctica contribuye a incrementar la disponibilidad de agua para diversos usos [7], al tiempo que protege los recursos hídricos naturales de su posible agotamiento, asegurando así el equilibrio entre las necesidades humanas y la sostenibilidad ambiental [8].

En el contexto local, la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac enfrenta desafíos relacionados con la disponibilidad y gestión del agua [9], especialmente en sus sistemas sanitarios y áreas verdes. La implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en su campus no solo podría reducir la presión sobre los recursos hídricos, sino también proporcionar agua reciclada para actividades de jardinería, cerrando el ciclo del agua dentro de la institución.

### 1.1 Experiencias Previas y Viabilidad del tratamiento de Aguas Residuales

Estudios previos refuerzan la viabilidad de estas iniciativas. Veliz (2015) [10] analizó el tratamiento y reutilización de aguas residuales grises a nivel domiciliario, demostrando que un sistema de filtración eficiente reduce la contaminación gradualmente y, además, las aguas tratadas enriquecen el suelo [11], favoreciendo el mantenimiento de áreas verdes. Estas conclusiones subrayan los beneficios ecológicos y económicos del reciclaje de agua, destacando su aplicabilidad en contextos urbanos e institucionales.

Por otro lado, investigaciones recientes han señalado que los sistemas de tratamiento descentralizados no solo optimizan el uso del agua, sino que también pueden adaptarse a contextos específicos, como el de la UNAMBA. La reutilización de aguas tratadas en áreas verdes universitarias representa una oportunidad para reducir costos operativos, contribuir a la sostenibilidad ambiental y servir como modelo replicable en otras regiones con desafíos similares.

### 1.2 Hipótesis

La propuesta optimizará las aguas residuales de los sistemas sanitarios de aulas generales y áreas verdes del campus universitario de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. En este contexto, la disponibilidad de agua impacta de manera significativa en los servicios sanitarios, donde el consumo y desecho de agua alcanzan escalas increíbles a diario.

La implementación de un sistema eficiente de tratamiento de aguas residuales constituye una solución sostenible frente a la problemática de la escasez hídrica [12]. Este sistema no solo asegura un suministro adicional de agua para actividades institucionales, sino que también tiene el potencial de ser replicado en otras regiones con desafíos similares. Además, esta investigación está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 (Agua Limpia y Saneamiento) y 12 (Producción y Consumo Responsables), impulsando el uso eficiente y sostenible del agua.

La propuesta tiene un impacto ecológico significativo, al reducir la presión sobre los recursos hídricos naturales, y un alto valor práctico y económico, especialmente cuando se aplica a mayor escala. Transformar las aguas residuales en un recurso útil en lugar de desecharlas contribuye al fortalecimiento de la economía local e institucional, así como al desarrollo de políticas de reciclaje efectivas. Esto responde a las demandas globales de sostenibilidad, promoviendo un modelo de gestión hídrica que combina el diseño tecnológico y responsabilidad ambiental, y ofreciendo una solución práctica para mitigar la crisis hídrica a nivel institucional y regional.

## 2 Metodología

La investigación tuvo un enfoque cualitativo, con nivel de investigación descriptivo, de tipo de investigación aplicada; de diseño de investigación no experimental debido a que no se manipulan las variables, sino que se estudian las condiciones actuales y se plantea una propuesta. Se centra en los sistemas sanitarios del pabellón de aulas generales de la (UNAMBA), utilizados tanto por los estudiantes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil como por el personal administrativo. Para el diseño, se emplearon planos de instalaciones sanitarias de las aulas generales y se consideraron las normativas vigentes relacionadas con este tipo de infraestructuras, permitiendo estimar el caudal necesario para los inodoros destinados a los usuarios mencionados.

La población de esta investigación corresponde los 6 pabellones de la UNAMBA, mientras que la muestra se limitó al pabellón de aulas generales que cuenta con 537 estudiantes del 2024; debido a que esta investigación se ha considerado como un prototipo para su posible aplicación en toda la universidad en el futuro. Este pabellón se eligió debido a que concentra la mayor cantidad de estudiantes y personal administrativo, lo que implica un uso más intensivo de los servicios sanitarios y un consumo significativo de agua potable. Se excluyeron otros pabellones, dado que la demanda de agua en estos es considerablemente menor.

### 2.1. Técnicas instrumentos

Se utilizó el padrón actualizado de estudiantes del 2024 de la UNAMBA y el diseño del sistema se basó en los planos de las instalaciones sanitarias de las aulas generales, así como en el cumplimiento de las normativas vigentes. Este enfoque permitió estimar con precisión el caudal necesario para los inodoros y otros puntos de consumo.

En la investigación, se definieron dos variables principales. La variable independiente corresponde a los sistemas de tratamiento, entendidos como las operaciones destinadas a modificar las propiedades físicas, químicas o biológicas de las aguas residuales. Estas operaciones buscan reducir sustancias peligrosas, recuperar materiales valorizables o adecuar los residuos para un tratamiento final. Por otro lado, la variable dependiente es la optimización del agua, conceptualizada como el uso eficiente y responsable del recurso, garantizando su retorno al medio ambiente en condiciones adecuadas.

Para el análisis de datos, se emplearon herramientas digitales como AutoCAD y SketchUp, para el diseño y modelado, y Excel, para la sistematización y procesamiento de la información recolectada. La investigación se desarrolló respetando estrictos principios éticos, asegurando la validez de los resultados obtenidos, la protección de la propiedad intelectual, la confidencialidad de los datos y la objetividad en todos los procedimientos aplicados [13].

### 2.2. Procedimiento

**Proceso 1: Buzón para separar aguas residuales y materia orgánica por gravedad.** El proceso comienza con la captación de aguas residuales generadas en los inodoros y lavamanos ubicados en las aulas generales de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la UNAMBA. Estas aguas son conducidas hacia un buzón de concreto armado con base cónica, diseñado con un diámetro exterior de 1.20 m, una altura de 1 m y un espesor de 0.15 m. Este buzón permite la sedimentación de la materia orgánica por gravedad.

Desde la base del buzón, una tubería de 2" de diámetro conecta al sistema de desagüe principal, permitiendo la evacuación de los residuos fecales. Adicionalmente, a una altura de 0.30 m desde el borde superior del buzón, se ha dispuesto otra tubería de 2" de diámetro, encargada de conducir el agua residual hacia un tanque contiguo para su posterior tratamiento.

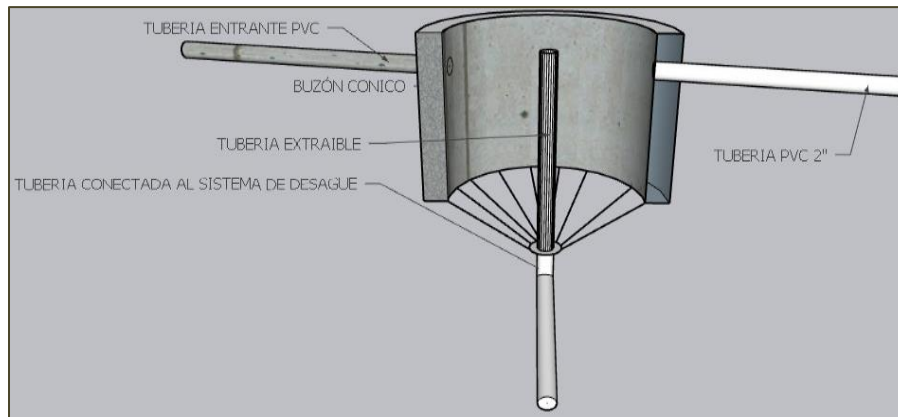


Fig.1. Diseño de Buzón sedimentador

**Proceso 2: Tanque cisterna de filtración.** El tanque de sedimentación y filtración está construido con concreto armado y presenta dimensiones de 1.6 m × 1.20 m × 2 m. Este tanque está dividido internamente por una placa de concreto de 10 cm de espesor y 1.10 m de altura, lo que permite separar el agua residual del agua parcialmente filtrada. En la primera etapa del proceso, se instala una malla de abertura N.º200 a una profundidad de 50 cm. Esta malla tiene como finalidad retener residuos sólidos y materia orgánica presentes en las aguas residuales. La malla es extraíble para facilitar la limpieza y remoción de excretas acumuladas. Por debajo de esta malla, se dispone 4 mallas de abertura N.º100 que soportan 4 capas filtrantes: una capa de confitillo de 10 cm, una capa de carbón vegetal de 10 cm, arena gruesa de 10 cm y otra capa de arena fina de 10 cm. Estas capas funcionan como un sistema de filtración adicional.

El agua, una vez filtrada, se dirige hacia la base de la cisterna. En la segunda división del tanque, se incorpora una canastilla metálica inoxidable que contiene pencas de *Opuntia ficus-indica* (tuna). Estas pencas actúan como un coagulante-floculante natural, promoviendo la cristalización del agua y la sedimentación de sólidos suspendidos. Una vez completado este proceso, el agua se conduce hacia el tanque de tratamiento.

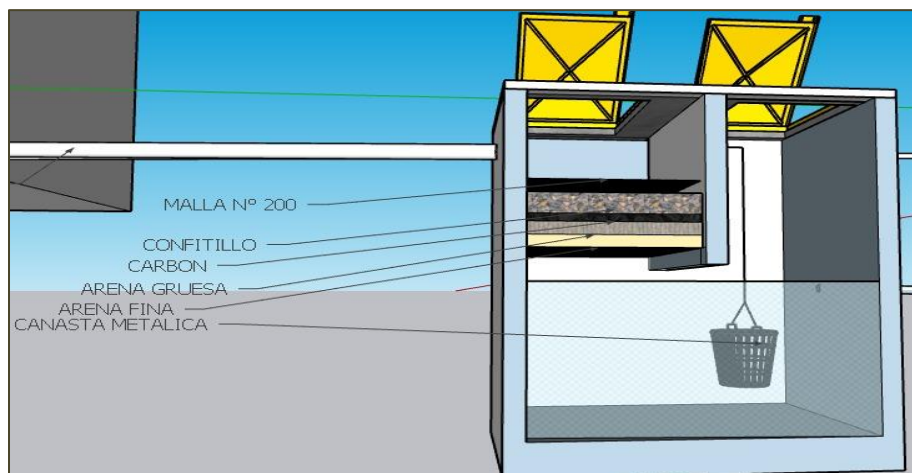


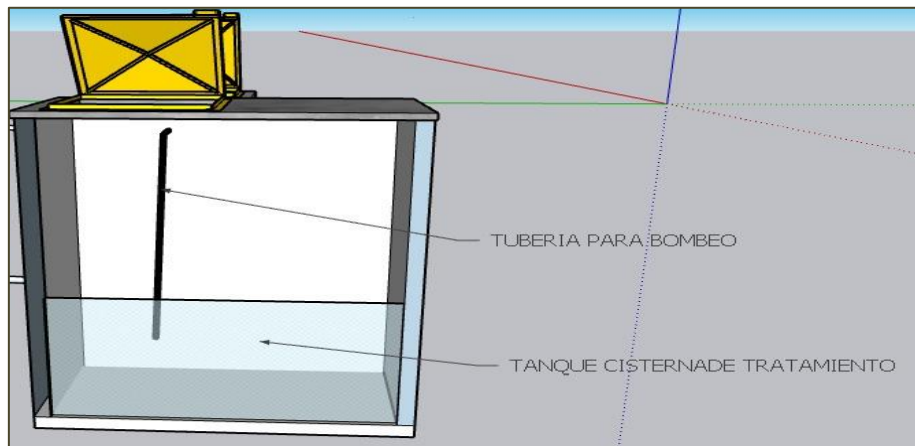
Fig.2. Diseño de Tanque de filtración

**Proceso 3: Tanque cisterna de tratamiento.** El agua parcialmente tratada se acumula en un tanque de tratamiento donde se realiza un proceso de desinfección mediante pastillas de hipoclorito de calcio. La metodología para su aplicación es la siguiente:

1. Se utiliza una botella plástica grande, a la que se le perforan múltiples orificios pequeños con un desarmador.
2. Se introducen trozos de una pastilla de hipoclorito de calcio (no en polvo) en la botella, calculando una pastilla por cada 1000 litros de capacidad del tanque.

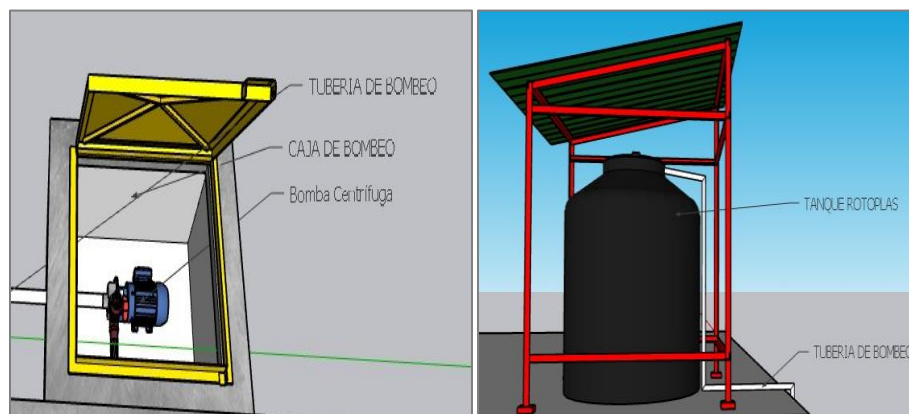
3. La botella se cierra con su tapa y se asegura con una cuerda que permita sumergirla completamente en el tanque, asegurándola al borde para evitar que se convierta en un estorbo.
4. La botella se sumerge hasta el fondo del tanque, donde permanece en posición vertical.
5. Dependiendo de la capacidad del tanque, se remueve la botella cada dos días (1000 litros), cada seis días (3000 litros) o cada diez días (5000 litros).

El agua tratada en este tanque es finalmente bombeada hacia un tanque elevado de almacenamiento final.



**Fig.3.** Diseño de Cisterna de Tratamiento

**Proceso 4: Tanque Rotoplas (recepción de agua tratada).** El tanque Rotoplas funciona como el punto de recepción final del agua tratada. Este tanque se encarga de almacenar el agua ya desinfectada, que se destinará exclusivamente al suministro de los inodoros y al riego de las áreas verdes del campus universitario. De este modo, el sistema garantiza una reutilización eficiente del agua residual, contribuyendo tanto a la sostenibilidad ambiental como al cumplimiento de las necesidades operativas de la universidad.



**Fig. 4.** Diseño de Caja de bombeo y Tanque elevado

### 3 Resultados

La implementación de la propuesta del sistema de tratamiento para la optimización de aguas residuales en el pabellón de aulas generales de la UNAMBA ha demostrado ser una solución eficiente y sostenible, cumpliendo con los objetivos. Los resultados obtenidos destacan lo siguiente:

#### 3.1. Optimización del uso de agua

El sistema diseñado permite recuperar y tratar un total estimado de 3930 litros de agua residual por día. Esta agua tratada se destina al abastecimiento de inodoros y al riego de las áreas verdes del campus, reduciendo significativamente la dependencia de agua potable en estas actividades.

**Tabla1.** Gasto de agua potable en m3/día

<b>Cuadro de resumen de gasto de agua potable</b>		
N.º de estudiantes en aulas generales	537.00	
Consumo de agua potable por año	1433.14	M3
Consumo de agua potable por día	3.93	M3

### 3.2. Impacto en la sostenibilidad hídrica.

La reutilización del agua tratada no solo contribuye a la conservación del recurso hídrico, sino que también reduce los costos operativos asociados al consumo de agua potable, promoviendo prácticas sostenibles en la gestión hídrica de la universidad.

### 3.3. Impacto en la sostenibilidad hídrica

El costo total estimado para la construcción del sistema asciende a **S/ 8,829.20**, considerando exclusivamente el pabellón de aulas generales. Este monto incluye los materiales y mano de obra requeridos para su implementación, consolidándose como una solución económica y sostenible para optimizar la gestión hídrica en la institución.

**Tabla2.** Presupuesto de Costo Directo

<b>Presupuesto de la infraestructura de la investigación</b>						<b>8829.20</b>
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unid</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>	
<b>OE.1.1.3</b>	<b>Trazos niveles y replanteo</b>	M2				
1.1.3.1	Trazos, niveles y replanteo preliminar	M2	4.26	16.88	71.91	
<b>OE.1.1.4</b>	<b>Movimiento de tierras</b>	M3				
1.1.4.1	Excavaciones simples	M3	9.18	41.55	381.55	
1.1.4.2	Relleno con material propio	M3	0.36	7.18	2.59	
1.1.4.3	Eliminación de tierras	M3	10.92	23.30	254.31	
<b>OE.1.1.5</b>	<b>Obras de concreto simple</b>	M2				
1.1.5.1	Solado	M2	0.72	40.58	29.06	
<b>OE.1.1.6</b>	<b>Obras de concreto armado</b>	M3				
1.1.6.1	Cisterna -1	M3	1.82	498.37	906.54	
1.1.6.2	Cisterna -2	M3	1.32	394.43	522.23	
1.1.6.3	Concreto en caseta de motobomba	M3	0.28	234.54	64.50	
1.1.7	<b>Encofrado y desencofrado</b>	M2	14.08	54.25	763.84	
1.1.8	<b>Acero f<sup>o</sup>y= 4200kg/cm2</b>	KG	430.37	6.75	2905.00	
1.1.9	<b>Tuberías 1"</b>	M	34.67	36	1248.12	
1.1.10	<b>Tanque de Agua Rotoplas 1100L Arena, Accesorios</b>	Unid.	1.00	799.90	799.90	
1.1.11	<b>Humboldt Bomba de Agua Periférica 0.5 HP 32L/min</b>	Unid.	1.00	279.89	279.89	
1.1.12	<b>Marco y tapa para las cisternas</b>	Unid.	3.00	180.00	540.00	
1.1.13	<b>Canasta metálica</b>	Unid.	1.00	59.78	59.78	

## 4 Discusiones y Conclusiones

Según (Chávez Vera) propuso la implementación de un tratamiento primario y secundario para la empresa. El tratamiento primario se basó en un sistema UASB, ya que reducen el tiempo de aireación, seguido de una sedimentación que desinfecta el agua eliminando contaminantes físicos. El tratamiento secundario que aplicó la autora fue tanques de aireación con la finalidad de conseguir mayor agitación del caudal para la separación de los sólidos y líquidos [14]. En el presente artículo científico se utilizó el tratamiento primario y terciario lo cual implica la recuperación de 1433.14 m3 de agua residual por año para su reutilización en inodoros y áreas verdes muestra un impacto positivo directo en la reducción del consumo de agua potable. Esto es especialmente relevante en un contexto de estrés hídrico como el que enfrenta la región, contribuyendo al manejo eficiente del recurso y alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 y 12.

El sistema de tratamiento cuenta con un buzón sedimentador que cumple la función de separar las aguas residuales y la materia orgánica, un tanque cisterna de filtración con capas de 10 cm (confitillo, carbón, arena gruesa, arena fina) y una canasta metálica, tanque cisterna de tratamiento y un tanque Rotoplas. La implementación del sistema de tratamiento propuesto permite recuperar y reutilizar 3930 litros de agua residual por día, reduciendo significativamente el consumo de agua potable en los sistemas sanitarios y áreas verdes de campus de la UNAMBA; el sistema para el pabellón de aulas generable representa un solución accesible para optimizar el uso de agua en la universidad; considerando los beneficios obtenidos, refuerza la capacidad de ser replicable en otros sectores del campus universitario, con potencial para beneficiar a otras facultades o instituciones en contextos similares. Las aguas tratadas serán reutilizadas en las áreas verdes de tal forma se optimizará el recurso hídrico, este resultado obtenido resalta la viabilidad técnica del sistema en la optimización hídrica. Asimismo, futuras investigaciones podrían explorar la integración de tecnología complementarias, como el procesamiento mediante secado de restos orgánicos del sistema para fertilizantes y tratamientos avanzados para ampliar el rango de reutilización del agua tratada. La implementación de este sistema de tratamiento de aguas residuales no solo reduce la presión sobre las fuentes de agua potable [15], sino que también promueve una mayor conciencia ambiental entre estudiantes; esto tiene el potencial de fortalecer una cultura institucional orientada hacia la sostenibilidad.

## 5 Biografías

- Melani Isabel Mendoza Pumacayo, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Edison Caillahua Alvis, estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Silva Noriega Fanny, Docente en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú, Ingeniero Civil con estudios en la Universidad de Barcelona de Planificación Territorial y Gestión Ambiental egresada en la maestría administración Educativa, diplomados en geotecnia y Suelos ; asimismo en Project Management for development y Asociación públicas de desarrollo en el Banco Interamericano de Desarrollo.

## 6 Referencias

- [1] U. e. a. Programme, «Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2021: el valor del agua; datos y cifras. 2021.,» UNESCO, 2021.
- [2] M. N. LEON URRUTIA, *Oportunidades para el uso de geotextiles para el tratamiento de aguas grises*, 2022.
- [3] Á. C. Triay, *ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES Y NEGRAS, EN UN EDIFICIO RESIDENCIAL*, 2023.
- [4] C. A. Defrancisco-Larrañaga y C. C. Ortiz-López,, *INICIATIVAS PARA EL CAMBIO*, 2013.
- [5] N. R. AMARO VICTORIA, *Desafíos y puentes de solución sostenibles de las amenazas ambientales y el Cambio Climático*, 2019.
- [6] J. A. Silva, «Wastewater Treatment and Reuse for Sustainable Water Resources Management: A Systematic Literature Review,» *Sustainability*, vol. 15, n° 14, 2023.
- [7] J. M. Ángeles Hernández, W. Ojeda Bustamante y X. Cisneros Estrada, *Métodos de riego y prácticas de manejo del cultivo para el uso de las aguas residuales tratadas en la agricultura en México*, 2018.
- [8] C. Vargas Rodríguez, *El uso sostenible de los recursos naturales y las generaciones futuras como sujetos de derecho*, 2023.
- [9] E. Blanco, M. Gil, A. Llavona, L. Naranjo y S. Saravia Matus, *Desafíos hídricos en Chile y recomendaciones para el cumplimiento del ODS 6 en América Latina y el Caribe*, 2020.
- [10] A. y. V. G. O. N. Quimis Gómez, «UNESUM,» 2015. [En línea]. Available: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/313>. [Último acceso: 11 Diciembre 2024].
- [11] H. F. PETER STTYD y L. F. G. RUIZ, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN FILTRO DE AGUAS RESIDUALES DEL, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE TECNOLOGÍA INGENIERÍA DE MANUFACTURA PEREIRA*, 2023.
- [12] M. P. JIMÉNEZ SANABRIA, S. Y. RIOS RODRÍGUEZ y J. J. ARDILA GÓMEZ, *Evaluación del impacto ambiental de un sistema de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio.*, 2023.
- [13] B. A. MIGUÉLEZ, *Investigación social cualitativa y dilemas éticos: de la ética vacía a la ética situada*, 2016.
- [14] SINIA, *TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES*, 2019.
- [15] F. PAUCAR, *Los desafíos de la reutilización de aguas residuales en el peru*, 2020.



Revista Micaela  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 43 - 50  
Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.175>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

Autores:

1. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0005-5449-6923>  
Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 221166@unamba.edu.pe
2. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0003-5277-3013>  
Yordan Espinoza-Torres, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222169@unamba.edu.pe
3. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0009-0007-9074>  
Maria Magdalena Villegas-Huamani, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222196@unamba.edu.pe
4. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0000-3875-9758>  
Luz Marina Apaza-Gomez, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe 222152@unamba.edu.pe
5. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-2807-0495>  
Francisco Cari Incahuanaco, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe [fcari@unamba.edu.pe](mailto:fcari@unamba.edu.pe)
6. ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-1522-2963>  
John Abraham Aguirre-Carrasco, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe [jaguirre@unamba.edu.pe](mailto:jaguirre@unamba.edu.pe)

## Diseño e implementación de un sistema inteligente de riego y monitoreo para cultivos de fresas bajo invernadero en zonas altas de Abancay

### Design and implementation of an intelligent irrigation and monitoring system for greenhouse strawberry crops in the highlands of Abancay

Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera<sup>1</sup>, Yordan Espinoza-Torres<sup>2</sup>, Maria Magdalena Villegas-Huamani<sup>3</sup>, Luz Marina Apaza-Gomez<sup>4</sup>, Francisco Cari-Incahuanaco<sup>5</sup> y John Abraham Aguirre-Carrasco<sup>6</sup>

**Resumen.** Esta investigación se centra en el diseño y desarrollo de un sistema inteligente de riego por goteo y monitoreo, enfocado en optimizar el uso de agua en cultivos de fresas bajo invernadero en zonas altoandinas de Abancay, utilizando un microcontrolador Arduino, sensores de humedad y temperatura como fuente autónoma, uso de panel solar como energía renovable y pantalla LCD para el monitoreo del ambiente. El sistema inteligente mejora la productividad y reduce los costos operativos, adaptándose a las condiciones específicas del cultivo en tiempo real, como destaca Rodríguez, en una sociedad moderna, mantener huertos domésticos resulta complejo, debido a que los jardines se secan por falta de hidratación [1].

**Palabras Clave:** Riego, Monitoreo, Invernadero, Sensores.

**Abstract.** This research focuses on the design and development of an intelligent drip irrigation and monitoring system, focused on optimizing water use in strawberry crops under greenhouse in high Andean areas of Abancay, using an Arduino microcontroller, humidity and temperature sensors as an autonomous source, use of solar panel as renewable energy and LCD screen for monitoring the environment. The intelligent system improves productivity and reduces operating costs, adapting to the specific conditions of the crop in real time, as Rodríguez points out, in a modern society, maintaining home gardens is complex, because gardens dry out due to lack of hydration [1].

**Key words:** Irrigation, Monitoring, Greenhouse, Sensors.

## 1 Introducción

Esta investigación se centra en describir el diseño y las características de un sistema inteligente de riego por goteo, que busca ofrecer una solución eficiente para optimizar el uso del agua y mejorar la sostenibilidad en la producción agrícola. El cultivo de fresa bajo invernadero se ha consolidado como una actividad agrícola complementaria, impulsado por la creciente demanda en los mercados locales y nacionales, así como señala Diaz en su tesis de pregrado, el consumo per cápita de fresa fresca en el año 2009, fue de 1.4 kilogramos en Lima Metropolitana, según la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares realizada por el INEI, es decir, en ese año la demanda fue de 14,127 toneladas métricas. Sin embargo, se espera que, en los próximos años, este nivel de consumo aumente en función al mayor poder adquisitivo que se viene dando en la ciudad, ya que más del 60% de la población de Lima Metropolitana, pertenece al NSE A, B o C, lo que permite el acceso a una alimentación más saludable, compuesta entre otras cosas, de frutas frescas como la fresa[2]. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos, como el manejo ineficiente del agua y la exposición a condiciones



climáticas extremas, que limitan su desarrollo y rendimiento óptimo. Los sistemas inteligentes de riego presentan como una solución viable para mejorar la gestión hídrica y maximizar la productividad de manera sostenible, como señala Apaza en su tesis, aumenta la productividad y el crecimiento de las plantas mediante el control del ambiente en el que se desarrolló[3].

Esta investigación propone una alternativa accesible y económica, utilizando componentes básicos como un microcontrolador Arduino, sensores de humedad y temperatura, y una fuente de energía solar. El riego manual sigue siendo la práctica predominante en muchas áreas rurales, este método tradicional presenta desventajas, tales como la necesidad de intervención constante e ineficiencia en la distribución del agua, agravando los problemas en zonas con escasez hídrica. Esta investigación busca superar las limitaciones del acceso y manejo eficiente del agua mediante la implementación de un sistema automatizado que optimice su uso y fomente un modelo de producción agrícola más sostenible y eficiente, así como señala Laguna, los sistemas de riego por goteo trae muchas ventajas entre ellas el ahorro de agua y el incremento de la producción [4].

El sistema implementado, fue probado en un invernadero en las zonas altoandinas de Abancay en el año 2024, ofrece una solución práctica y accesible para los agricultores, mejorando la eficiencia hídrica y promoviendo prácticas agrícolas sostenibles[5]. La integración de tecnologías económicas, como sensores de humedad y temperatura, válvulas automáticas, y el uso de energía renovable mediante paneles solares, facilita la adopción del sistema en comunidades rurales, especialmente en aquellas con recursos limitados.

En este sentido, la investigación no solo se enfoca en garantizar condiciones favorables para el cultivo de fresas bajo invernadero, sino también en proporcionar una alternativa tecnológica adaptable a las características locales. De esta forma, contribuye al desarrollo agrícola regional y a la sostenibilidad en un entorno donde los recursos hídricos son escasos, promoviendo un impacto positivo en la productividad y el bienestar de las comunidades.

### 1.1 Variedades de Fresas

La fresa científicamente conocida como *Fragaria x Ananassa*, pertenece a la familia de las Rosáceas. Es una planta herbácea perenne que se caracteriza por ser rastrera o trepadora, con tallos estoloníferos que emiten estolones o "corredores" que se arraigan en el suelo y dan origen a nuevas plantas. Estos estolones le permiten extenderse horizontalmente y formar densos tapices vegetales [6].

La fresa es un cultivo que requiere de suelos con pH ligeramente ácido a neutro (6.0 a 7,0) y con una conductividad eléctrica no mayor de 2 mmhos/cm, no desarrolla bien en suelos salinos [7].

Se seleccionó una de las tres principales variedades de fresas para esta investigación, cuyas características clave se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. Variedades de las fresas

Variedad	Tamaño del fruto	Adaptación climática	Requerimientos de humedad	Rango de temperatura ideal (°C)
San Andreas	Mediano a grande	Climas cálidos y templados	Alta, buen drenaje necesario	20-30 °C
Camarosa	Grande	Climas templados a frescos	Moderada, suelo bien irrigado	15-25 °C
Albion	Mediano a grande	Climas cálidos y templados	Alta, constante humedad	18-28 °C

Se eligió la variedad San Andreas por su adaptación a climas cálidos y templados, su producción de frutos medianos a grandes de alta calidad, y su manejo sencillo de riego con buen drenaje. Su rango de temperatura ideal (20-30 °C) asegura alta productividad en las condiciones previstas.

### 1.2 Riego por Goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficiente, prácticos y económicos. Ofrece la posibilidad de alimentar a las plantas en forma continua, de esta manera logramos obtener resultados positivos como el óptimo desarrollo y crecimiento continuo de las plantas[8]. Para aplicar este sistema por goteo, consideramos una de las propiedades del agua, la capilaridad que es la capacidad de un líquido para fluir por espacios estrechos sin la ayuda de la gravedad, en otras palabras, podremos conducir el agua sin importar la altitud en la que se encuentren dos espacios[9].

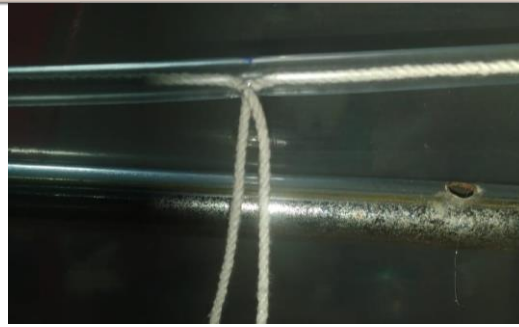


Fig. 1: Riego por goteo usando el pabito como conductor de agua

El objetivo General es Implementar un sistema inteligente de riego por goteo y monitoreo que optimice el uso del recurso hídrico y garantice la producción de fresas en un invernadero ubicado en las zonas altoandinas de Abancay. Para lograrlo, se implementó un sistema autónomo para el monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura ambiental dentro del invernadero, integrando sensores que controlen automáticamente el riego por goteo en función de los datos obtenidos. Además, se incorporó un sistema de llenado automático de agua con válvula de boya para mantener niveles adecuados de agua en el tanque. Para la visualización y control del sistema, se implementó una interfaz en una pantalla LCD que mostrará las lecturas de los sensores en tiempo real. Finalmente, el sistema será alimentado mediante energía renovable, utilizando un panel solar para garantizar su funcionamiento de manera autónoma y sostenible.

## 2 Método

El enfoque metodológico de la investigación se orienta hacia el desarrollo tecnológico, permitiendo la recopilación y análisis de datos cuantitativos para identificar relaciones causales y evaluar los efectos del sistema implementado. El sistema de riego por goteo se diseña cuidadosamente, seleccionando componentes como sensores de humedad, temperatura del suelo y del ambiente, válvulas de boya, pantalla LCD para lectura de sensores. El experimento se realizó con un muestreo no probabilístico denominado muestreo intensional, para lo cual se eligió 8 plantas de fresas de variedad San Andreas.

### 2.1 Construcción de invernadero

La construcción del invernadero se realizó utilizando materiales reciclados, promoviendo la sostenibilidad y el aprovechamiento de recursos disponibles. A continuación, se detalla el proceso de construcción y los materiales utilizados:

Tabla 2. Materiales para la construcción del invernadero

Material	Origen	Uso
Esqueletos de sillas rotas	Reciclados de desechos	Estructura principal del invernadero
Tubos de desagüe descartados	Material reciclado, desechos sin utilizar	Base del invernadero
Plástico de cobertura	Material comprado	Protección y aislamiento del interior
Tela de malla	Material nuevo	Ventilación
Cierre y velcro	Material comprado	Sistema de apertura para la puerta

El invernadero se construyó con materiales reciclados, utilizando esqueletos de sillas rotas soldados para formar la estructura principal y tubos de desagüe calentados y aplanados como base. La estructura se ensambló y reforzó para soportar el peso de un plástico transparente, que actúa como cubierta, permitiendo aislamiento térmico y entrada de luz. Para la ventilación, se añadieron secciones de tela de malla en la parte superior, y la puerta se diseñó con plástico, velcro y un cierre, asegurando acceso fácil y buen aislamiento. Este diseño es funcional, económico y sostenible, ideal para cultivos protegidos. Como cualquier cultivo en invernadero se implementa de un manejo de plantas acorde a sus necesidades específicas[10].



Fig. 2: Mini invernadero construido

## 2.2 Diseño del sistema

El sistema se compone de tres módulos interconectados, garantizando su funcionamiento autónomo y eficiente.

### Módulo de Sensores

El sistema integra sensores de humedad del suelo, temperatura y humedad relativa del ambiente. Estos dispositivos miden en tiempo real las condiciones del invernadero, enviando los datos a una unidad central para su procesamiento.



Fig. 3: sensores de humedad y temperatura

### Unidad de Control

Un microcontrolador Arduino procesa las lecturas de los sensores mediante un algoritmo. Este algoritmo evalúa las condiciones del ambiente y del suelo, activando o desactivando el sistema de riego según los umbrales predeterminados. La unidad de control incluye una pantalla LCD que permite la visualización de los valores en tiempo real.

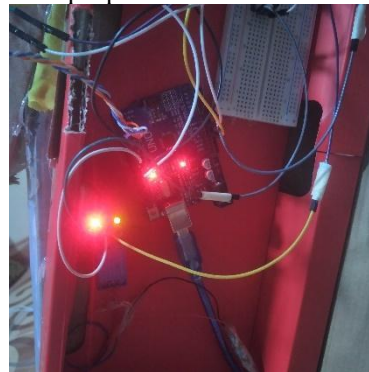


Fig. 4: Arduino

### Sistema de Riego Automatizado

El sistema utiliza una bomba de agua, la cual es activada por el microcontrolador cuando el algoritmo lo indique. Además, se incorpora un tanque con una válvula de boya que asegura el llenado automático del agua, manteniendo niveles constantes para el riego, este sistema de llenado automatizado es una buena opción para regular el uso de agua[11]. Un panel solar complementa el sistema, proporcionando energía renovable para su funcionamiento, garantizando su operatividad incluso en zonas sin acceso a energía convencional.



Fig. 5: Sistema del tanque

## 2.3 Implementación

### Instalación de Sensores

Los sensores son ubicados estratégicamente en diversas áreas del invernadero para obtener mediciones representativas, considerando variaciones en luz, humedad y drenaje del suelo.

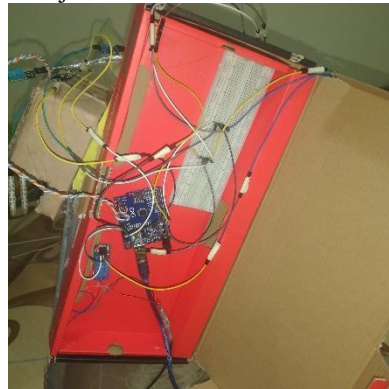


Fig. 6: Circuito

### Desarrollo del Algoritmo

El algoritmo está programado para activar el sistema de riego cuando los niveles de humedad caen por debajo de los umbrales establecidos, y ajusta la frecuencia de riego según la temperatura ambiental para evitar pérdidas por evaporación.

Algoritmo:

```
#include <dht.h>
#include <LiquidCrystal.h>

dht DHT;

#define DHT11_PIN 8
#define BOMBA_PIN 9
#define HUMEDAD_SUELO_PIN A0

int humedadSuelo = 0;
unsigned long tiempoAnterior = 0;
const unsigned long intervaloLecturas = 3000;
bool errorDHT = false;
bool bombaEncendida = false;

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("Iniciando...");
  pinMode(BOMBA_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BOMBA_PIN, HIGH);
  delay(3000);
  lcd.clear();
}
```

Fig. 7: Código en Arduino

### Pruebas Iniciales y Calibración

Se realizaron pruebas ajustando los parámetros de los sensores y calibrando el sistema en condiciones reales. Se probaron diferentes escenarios climáticos, incluyendo períodos de estrés hídrico, para evaluar la efectividad del sistema.



Fig. 8: Prueba en invernadero

### 3 Resultados

#### 3.1 Eficiencia hídrica

El sistema inteligente de riego por goteo ha logrado reducir el consumo de agua en un 29% en comparación con los métodos tradicionales de riego. Esta optimización no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también permite un uso más eficiente de los recursos hídricos, lo cual es crucial en regiones con escasez de agua, los resultados obtenidos muestran que el sistema de riego por goteo se encarga de suministrar el agua de forma eficiente, en el cual la bomba de agua funciona cuando el nivel de temperatura es alto y el nivel de humedad está por debajo de las condiciones establecidas.

Tabla 3. Comparativa del agua convencional y automático

Semana	Volumen de Agua Inicial (L)	Agua Utilizada (Convencional, L)	Agua Utilizada (Automatizado, L)	Agua Ahorrada (L)	% de Ahorro
Semana 1	15	10.8	7.6	3.2	30%
Semana 2	14.8	9.5	6.8	2.7	28%
Semana 3	14.6	11.5	8.3	3.2	28%
Semana 4	14.6	10.9	7.5	3.4	31%

#### 3.2 Productividad

El sistema de riego por goteo ha mejorado significativamente el desarrollo vegetativo de las plantas de fresa, logrando un crecimiento saludable y vigoroso. El sistema automatizado incrementó la productividad en un 29%, optimizando el uso del agua y creando condiciones ideales para el cultivo. Los resultados se obtienen a partir de los datos proporcionados por el sensor de humedad con un promedio de 915, donde un valor de 1024 indica el nivel máximo de deshidratación del suelo, mientras que un valor de 0 representa el nivel de mayor humedad del suelo.

Tabla 4. Monitoreo de la humedad del suelo

Semana	Humedad Promedio del Sensor (0-1024)	Humedad Mínima	Humedad Máxima
Semana 1	919	883	901
Semana 2	916	881	900
Semana 3	915	889	908
Semana 4	908	892	929

#### 3.3 Adaptabilidad

El sistema ha demostrado una notable capacidad de ajustarse a las variaciones climáticas típicas de Abancay. Gracias al riego por goteo, se han mantenido niveles óptimos de humedad del suelo y temperatura dentro del invernadero, garantizando un ambiente propicio para el crecimiento de las plantas con un promedio de 23°C. Esta adaptabilidad es esencial para enfrentar los desafíos que presentan las condiciones climáticas cambiantes, asegurando así la estabilidad y continuidad de la producción agrícola, así como señala Duarte, la implementación del sistema sigue un enfoque paso a

paso que evalúa el impacto del sistema de riego automatizado, demostrando su eficacia en mantener niveles óptimos de humedad del suelo y mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas de fresa [6].

**Tabla 5.** Monitoreo de temperatura en el invernadero

Semanas	Temperatura Día (°C)	Temperatura Noche (°C)	Diferencia Día-Noche (°C)	Promedio General (°C)
Semana 1	26	18	7	22
Semana 2	28	19	9	24
Semana 3	27	17	10	22
Semana 4	28	16	12	22

## 4 Discusiones Conclusiones

El uso de tecnologías inteligentes en la agricultura ha demostrado ser una solución eficaz frente a los retos que plantea el cambio climático y la escasez de agua, como se observa en este estudio, si bien fue todo un desafío se ha demostrado que mejoran la eficiencia y la productividad de los cultivos, permitiendo tomar decisiones precisas sobre el riego, la fertilización, la siembra y la cosecha [12]. Los resultados coinciden con investigaciones previas, como las realizadas por Aranibar y otros quienes destacaron la eficiencia de los sistemas basados en sensores y algoritmos para optimizar el uso del agua en cultivos de hortalizas [13]. Asimismo, estudios como el Alvarado subrayan cómo el control automatizado en sistemas de riego puede aumentar tanto la productividad como la calidad de los productos agrícolas, lo que se alinea con las mejoras en la calidad de las fresas obtenidas en esta investigación [14].

A pesar de los beneficios, la implementación de estas tecnologías enfrenta barreras significativas en zonas rurales, principalmente relacionadas con los costos iniciales y la falta de conocimientos técnicos entre los agricultores, como lo han señalado Dirección General de Información Agraria [7]. Este estudio confirma que, aunque es posible desarrollar soluciones más accesibles utilizando componentes básicos como Arduino y paneles solares, es necesario complementar estas iniciativas con programas de capacitación dirigidos a los agricultores para garantizar su correcta adopción y sostenibilidad a largo plazo. Nuestro sistema es similar al estudio de Asencio, en los resultados obtenidos muestran que el sistema de riego se encarga de suministrar el agua de forma eficiente, en el cual la bomba de agua funciona cuando el nivel de temperatura es alto y el nivel de humedad está por debajo de las condiciones establecidas [15]. Por último, aunque los resultados obtenidos son alentadores, es importante realizar estudios a mayor escala para evaluar la replicabilidad de este sistema en otros cultivos y condiciones climáticas, con el fin de fortalecer su impacto en el desarrollo de una agricultura más sostenible y resiliente.

### 4.1 Conclusiones

El sistema implementado en esta investigación cumple con el objetivo general de optimizar el uso del recurso hídrico y garantiza la producción de fresas bajo invernadero en las zonas altoandinas de Abancay, consolidándose como una herramienta eficiente y sostenible. Mediante el diseño de un sistema autónomo para el monitoreo de la humedad del suelo y la temperatura ambiental, se logró un control preciso de las condiciones del cultivo. La implementación de un sistema de riego por goteo automatizado basado en datos obtenidos de los sensores de humedad permitió reducir el consumo de agua, garantizando al mismo tiempo la productividad del cultivo.

Además, el sistema incluye un mecanismo de llenado automático de agua con válvula de boya, asegurando niveles adecuados en el tanque y reduciendo la necesidad de intervención humana. La incorporación de una pantalla LCD para la visualización en tiempo real de las lecturas de los sensores facilita el monitoreo constante por parte de los usuarios. Finalmente, la implementación de energía renovable mediante un panel solar garantiza la viabilidad operativa del sistema, además, como mencionan Guijarro y otros, los resultados respaldan que, con la implementación de un sistema autónomo para riego, se logra minimizar la intervención humana frecuente y se obtiene un eficiente uso de agua [1].

En conclusión, esta investigación no sólo contribuye a la eficiencia hídrica y energética, sino que también promueve prácticas agrícolas más sostenibles y adaptadas a las condiciones locales. Se recomienda replicar este modelo en regiones con características similares y fomentar programas de capacitación para maximizar su adopción y escalabilidad, contribuyendo así al desarrollo de una agricultura más resiliente frente al cambio climático y la escasez de recurso hídrico.

### 4.2 Recomendaciones

1. Extender el uso del sistema a otros cultivos de alto valor en la región.
2. Explorar fuentes de energía renovable para alimentar el sistema.
3. Implementar redes de monitoreo remoto para supervisar múltiples invernaderos de forma simultánea empleando IoT.

## 5 Biografías

- Carlos Daniel Huachallanqui-Olivera, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Yordan Espinoza-Torres, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Maria Magdalena Villegas-Huamani, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Luz Marina Apaza-Gomez, Estudiante de pregrado de Ingeniería Informática y Sistemas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú.
- Francisco Cari-Incahuanaco, Maestro en Investigación, Ingeniero Estadístico e Informático con Segunda Especialidad en Ingeniería de Sistemas. Actual docente ordinario en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, desarrollando asignaturas de Investigación.
- John Abraham Aguirre-Carrasco, Ingeniero informático egresado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, con estudios de maestría en la UNSAAC y la UTEA. Especialista en energía fotovoltaica y sistemas de automatización industrial.

## 6 Referencias

- [1] A. A. Guijarro-Rodríguez, L. J. Cevallos Torres, D. K. Preciado-Maila, and B. N. Zambrano Manzur, “Automated irrigation system with arduino,” *Espacios*, vol. 39, no. 37, 2018.
- [2] C. Optativo de Especialización Profesionalización en Marketing Finanzas and C. Enrique Díaz Salinas, “UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA,” 2016.
- [3] E. R. Apaza Velazco, “Diseño e implementación de un mini invernadero con control automatizado para el cultivo de la fresa en la ciudad de Puno,” 2024.
- [4] T. Laguna Yanavilca, “Evaluación de sistemas de riego por goteo distrito de riego moquegua,” *Evaluación de sistemas de riego por goteo distrito de riego Moquegua*, 2005.
- [5] E. Politécnica Superior de Jaén, A. Jesús Mañas Torres Tutor, and D. Diego Manuel Martínez Gila, “Universidad de Jaén,” 2019.
- [6] B. L. Duarte Burgos, “Desarrollo de un prototipo de sistema de riego automatizado para un cultivo de fresa.”
- [7] Dirección General de Información Agraria, “Estudio de la fresa en el Perú y el Mundo,” 2008.
- [8] M. Groppa, “Riego por goteo.”
- [9] N. Y. R. Montero, “La capilaridad de los líquidos,” [https://www.academia.edu/30225741/La\\_capilaridad\\_de\\_los\\_l%C3%ADquidos](https://www.academia.edu/30225741/La_capilaridad_de_los_l%C3%ADquidos).
- [10] R. Sánchez, F. J. Moreno, J. L. Puente M. Y, and J. Araiza Ch, “Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura Producción de fresa en invernadero,” 2004.
- [11] H. S. Mejia Naraez and C. J. Espinoza Martínez, “Sistema de automatización para el llenado de un tanque de agua por bombas con ayuda de sensores.pdf,” [https://es.slideshare.net/slideshow/sistema-de-automatizacin-para-el-llenado-de-un-tanque-de-agua-por-bombas-con-ayuda-de-sensorespdf/251920940?utm\\_source=chatgpt.com](https://es.slideshare.net/slideshow/sistema-de-automatizacin-para-el-llenado-de-un-tanque-de-agua-por-bombas-con-ayuda-de-sensorespdf/251920940?utm_source=chatgpt.com).
- [12] G. A. Bowen Quiroz and G. I. Medranda Cobeña, “Impacto de los sistemas de información en la agricultura inteligente: Una revisión general,” *Revista InGenio*, vol. 7, no. 2, pp. 117–136, Jul. 2024, doi: 10.18779/ingenio.v7i2.824.
- [13] E. J. A. Pumacota, E. A. Melo, and E. A. V. Allazo, “Development of a system for intelligent irrigation for the automation of water use,” in *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2023. doi: 10.18687/laccei2023.1.1.918.
- [14] Y. A. ALVARADO CEPEDA, “RESPUESTA AGRONÓMICA Y CALIDAD DE FRESA San Andreas PRODUCIDA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE AGRICULTURA PROTEGIDA,” 2020.
- [15] D. E. Ascencio Marchena and K. M. Romero Rojas, “Diseño de un sistema automatizado de riego por goteo,” 2023.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>

Páginas: 51 - 59

Recibido 23/12/2025 ; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.176>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

Autores:

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-4269-444X>,  
Michael Rivas Baca, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
[michael.rsba@gmail.com](mailto:michael.rsba@gmail.com)
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-6891-1623>,  
Hilda Maribel Huayhua Mamani, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
[h.huayhua@unamba.edu.pe](mailto:h.huayhua@unamba.edu.pe)

## Propuesta para establecer una tipología de las élites locales en Abancay

### Proposal to Establish a Typology of Local Elites in Abancay

Michael Rivas-Baca<sup>1</sup>, Hilda Maribel Huayhua Mamani<sup>2</sup>

**Resumen.** El objetivo de esta investigación es proponer una tipología de las élites locales de Abancay de la región de Apurímac. El propósito de este modelo es identificar y clasificar a las élites que ejercen influencia en la política, la economía y la cultura, tanto a nivel local como regional. La justificación del estudio radica en la necesidad de comprender las dinámicas de poder que se desarrollan en el ámbito local. La metodología empleada es de enfoque cualitativo, basada en entrevistas semiestructuradas a académicos especialistas: Alfredo Sumi Arapa (filósofo), Esmélida Zea (politóloga) y Katherin Mamani (politóloga), además de un análisis documental sustentado en tres teóricos clave: Gaetano Mosca, Vilfredo Pareto y Robert Michels, lo cual permitirá una comprensión profunda del contexto local. El marco teórico se fundamenta en las teorías sobre el poder y las élites, facilitando la construcción de una tipología para clasificar a estas élites locales. En conclusión, se propone una tipología para clasificar las élites de Abancay, con el propósito de comprender las dinámicas de poder local.

**Palabras Clave:** Tipología de elites locales, dinámicas de poder, Abancay

**Abstract.** The objective of this research is to propose a typology of the local elites in Abancay. The purpose of this model is to identify and classify the elites who exert influence in politics, economics, and culture, both at the local and regional levels. The justification for this study lies in the need to understand the power dynamics that develop in the local context. The methodology employed follows a qualitative approach, based on semi-structured interviews with expert academics: Alfredo Sumi Arapa (philosopher), Esmélida Zea (political scientist), and Katherin Mamani (political scientist). Additionally, a documentary analysis is conducted, supported by the works of three key theorists: Gaetano Mosca, Vilfredo Pareto, and Robert Michels, which allows for a deeper understanding of the local context. The theoretical framework is grounded in theories of power and elites, facilitating the construction of a typology to classify these local elites. In conclusion, this research proposes a typology to classify the elites of Abancay, aiming to understand the dynamics of local power.

**Keywords:** Typology of local elites, power dynamics, Abancay

## 1 Introducción

La presente investigación se propone establecer un modelo de tipología de las élites locales en el ámbito de Abancay. Este modelo busca identificar y clasificar las élites que tienen una influencia directa en la política, la economía y la cultura de la ciudad de Abancay. Este estudio radica en la necesidad de comprender las complejas interacciones de las relaciones de poder que se reproducen y configuran en el ámbito local, lo cual es relevante para el desarrollo social y político de Abancay.

El asidero teórico se fundamenta en teorías sobre el poder y las élites, lo que facilita una propuesta coherente de tipología de estas élites locales. Esta tipología no solo permite comprender las dinámicas de poder dentro de la localidad, sino que también será fundamental para lograr una gobernanza efectiva tanto a nivel local como supralocal. La identificación y clasificación de estas élites contribuirán a un análisis más profundo sobre cómo se pueden abordar los desafíos actuales que enfrenta la localidad. La propuesta de tipología de las élites locales en Abancay se fundamenta en teorías clásicas sobre el poder y las élites, especialmente las de Vilfredo Pareto, Gaetano Mosca y Robert Michels. Pareto sostiene que la circulación de élites sugiere que, en cualquier sociedad, el poder está en manos de una minoría que se renueva constantemente. Para él, la élite no es homogénea; está estratificada y compuesta por diferentes capas, donde un pequeño grupo central ejerce un control significativo sobre el resto. Este proceso es esencial para mantener la estabilidad social y evitar la decadencia de las élites [1]. En el contexto de Abancay, este enfoque permite identificar cómo las élites locales pueden transformarse y adaptarse a los cambios sociales y políticos.

Mosca aporta a la teoría de las élites la noción de que cualquier gobierno está dominado por una minoría organizada, lo que él denomina "clase política". Según Mosca, esta clase mantiene su control a través de la cohesión interna y la organización, lo cual es crucial para su perpetuación en el poder [2]. En Abancay, esto puede reflejarse en cómo las élites políticas locales gestionan su relación con la población e integran nuevas voces en su estructura. La capacidad organizativa es un factor determinante para la permanencia en el poder [3]. Mosca enfatiza que la mayoría es desorganizada y carece del poder colectivo necesario para desafiar efectivamente a esta minoría organizada. En Abancay, esto se traduce en una situación donde los ciudadanos pueden sentirse impotentes ante las decisiones tomadas por las élites políticas. Michels sugiere que un pequeño grupo puede dominar cualquier organización, lo que plantea dudas sobre la efectividad de los mecanismos democráticos en Abancay. Esta dominación oligárquica implica que, a pesar de las apariencias democráticas, el verdadero poder puede estar concentrado en manos de unos pocos. Michels también enfatiza que la cohesión interna es esencial para la perpetuación del control por parte de las élites [3].

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de comprender las dinámicas de poder que operan en Abancay, una región que enfrenta desafíos significativos en términos de gobernanza y desarrollo socioeconómico. A medida que Apurímac se posiciona como una de las regiones más pobres del Perú, es fundamental analizar las élites locales que influyen en la política, la economía y la cultura, ya que estas élites desempeñan un rol relevante en la toma de decisiones que afectan directamente a la población.

El objetivo de la investigación es desarrollar una propuesta de tipología de élites locales en Abancay. Esta propuesta permitirá clasificar a las élites de la región, estableciendo primero los criterios de selección y, posteriormente, el modelo de clasificación correspondiente. Siendo el propósito proporcionar un esquema que facilite a otros académicos e interesados realizar una tipología de las élites locales de Abancay. Los hallazgos revelan que las élites son grupos minoritarios que concentran poder político, económico y recursos, influyendo decisivamente en decisiones que afectan a la mayoría de la población. Se identifican élites económicas, políticas, culturales y académicas, cada una con características específicas como el control de recursos y redes de influencia. La legitimidad de estas élites depende de su capacidad para representar a sectores marginados y adaptarse a un electorado crítico. Además, el surgimiento de nuevas élites emergentes plantea tanto oportunidades como desafíos para la gobernanza inclusiva.

La propuesta busca clasificar y entender mejor estas dinámicas en el contexto regional, proporcionando un esquema que facilite a académicos e interesados realizar una tipología de las élites locales. Esto contribuirá al entendimiento del impacto que tienen en la política, economía y cultura de Abancay, ofreciendo un marco conceptual esencial para futuras investigaciones sobre el poder local.

## 2 Método

El estudio se fundamenta en un enfoque metodológico cualitativo, que permite una exploración contextualizada de las dinámicas de poder entre las élites locales en Abancay. Para la recolección de datos, se utilizaron varias técnicas. En primer lugar, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con académicos especialistas. Además, se realizó un análisis documental que incluyó una revisión de la literatura relevante sobre teorías del poder y las élites, así como documentos locales que brindan contexto sobre la situación política y social de Abancay.

El marco teórico del estudio se apoya en teorías clásicas sobre el poder y las élites, especialmente las propuestas por Vilfredo Pareto, Gaetano Mosca y Robert Michels. Las ideas de estos autores ofrecen un contexto teórico clave para entender cómo se estructuran y operan las élites en Abancay. Pareto enfatiza la circulación de élites, sugiriendo que el poder está en manos de una minoría que se renueva constantemente. Mosca, por su parte, propone que cualquier gobierno está dominado por una "clase política" organizada, que mantiene su control a través de la cohesión interna [4]. Finalmente, Michels introduce el concepto de oligarquía, señalando que un pequeño grupo tiende a dominar cualquier organización, independientemente de su estructura. Pareto enfatiza la circulación de élites, sugiriendo que el poder está en manos de una minoría que se renueva constantemente. Según su teoría, las élites no son estáticas; están compuestas por individuos que poseen cualidades superiores, como inteligencia y destreza, que les permiten destacarse en la sociedad. Esta circulación es fundamental para evitar la decadencia de las élites, ya que permite la entrada de nuevos líderes desde sectores previamente marginados. En el contexto de Abancay, este concepto ayuda a identificar cómo las élites locales pueden adaptarse a los cambios sociales y políticos, promoviendo una representación más inclusiva y dinámica.

Mosca aporta la noción de que cualquier gobierno está dominado por una "clase política" organizada. Esta clase mantiene su control a través de la cohesión interna y la organización, lo que es crucial para su perpetuación en el poder. La teoría de Mosca sugiere que la mayoría de la población es desorganizada y carece del poder colectivo necesario para desafiar a esta minoría organizada [5]. En Abancay, esto se traduce en cómo las élites políticas gestionan su relación con la población e integran nuevas voces en su estructura, lo que puede influir en la efectividad de la gobernanza local. Michels introduce el concepto de oligarquía, afirmando que un pequeño grupo tiende a dominar cualquier organización, independientemente de su estructura formal. Este principio sostiene que, aunque las organizaciones se funden con ideales democráticos, inevitablemente se convierten en oligárquicas debido a la necesidad de liderazgo y gestión [6]. En Abancay, esto puede observarse en cómo las élites establecen redes de poder que pueden limitar la participación democrática genuina, perpetuando así su control sobre los procesos políticos y decisionales.

Los datos recolectados a través de las entrevistas semi estructuradas y el análisis documental son sistematizados para identificar patrones y categorías relevantes. Este proceso permitió desarrollar una tipología de las élites locales en Abancay, lo que facilitó una comprensión más profunda de sus dinámicas de poder y su influencia en distintos ámbitos de la sociedad.

## 3 Resultados

**Tabla 1.** Teorización de la clasificación de las elites de acuerdo a Michells, Pareto y Mosca.

Categoría	Descripción	Características	Relación con teoría
Élites Económicas	Compuestas por empresarios y líderes de sectores clave como agroindustria, comercio y minería. Su poder se basa en la acumulación de capital y recursos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlan recursos financieros significativos.</li> <li>Generan empleo y desarrollo económico.</li> <li>Participan en asociaciones gremiales.</li> </ul>	Pareto: Poder económico que se traduce en influencia política, controlando decisiones que afectan a la mayoría.
Élites Políticas	Incluyen funcionarios electos, alcaldes, regidores y líderes partidarios. Juegan un rol clave en la toma de decisiones políticas locales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantienen redes políticas sólidas.</li> <li>Utilizan discursos estratégicos para buscar legitimidad.</li> <li>Adaptación a las demandas populares.</li> </ul>	Mosca: "Minoría organizada", un grupo selecto controla a través de cohesión interna, gestionando su relación con la población.
Élites Culturales	Promotores de la cultura local, artistas y defensores del patrimonio cultural, fundamentales para la preservación e innovación cultural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fomentan la identidad cultural.</li> <li>Influyen en la percepción pública sobre temas sociales y políticos.</li> <li>Actúan como mediadores.</li> </ul>	Michels: Influencia perpetuada a través de estructuras organizativas que limitan la participación de otros grupos, pero pueden integrar nuevas voces.
Élites Académicas	Profesores universitarios, investigadores y expertos que contribuyen al desarrollo del conocimiento en diversas áreas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generan investigación relevante.</li> <li>Participan en debates sobre políticas educativas.</li> <li>Actúan como consultores para otras élites.</li> </ul>	Contribuyen a informar a las élites políticas y a actuar como puente entre el conocimiento académico y la acción política.

La tabla 1 visibiliza una teorización sobre la clasificación de las élites en Abancay, fundamentada en las contribuciones de Vilfredo Pareto, Gaetano Mosca y Robert Michels. Cada categoría de élite se describe en términos de su composición, características y su relación con las teorías de estos autores, proporcionando un marco comprensivo para entender el poder y la influencia en la región. En primer lugar, las élites económicas están conformadas por empresarios y líderes de sectores clave como la agroindustria, el comercio y la minería. Estas élites controlan recursos financieros significativos, lo que les permite generar empleo y contribuir al desarrollo económico local [7].

Asimismo, participan activamente en asociaciones gremiales. Según Pareto, el poder económico que poseen se traduce en una influencia política considerable, lo que les permite controlar decisiones que afectan a la mayoría de la población. Por otro lado, las élites políticas incluyen a funcionarios electos, alcaldes, regidores y líderes partidarios, quienes desempeñan un papel crucial en la toma de decisiones políticas a nivel local. Estas élites mantienen redes políticas sólidas y utilizan discursos estratégicos para buscar legitimidad ante la población. Además, son capaces de adaptarse a las demandas populares [8].

En este sentido, Mosca describe a estas élites como una "minoría organizada", que ejerce su control a través de la cohesión interna y gestiona su relación con los ciudadanos para perpetuar su poder. Las élites culturales están compuestas por promotores de la cultura local, artistas y defensores del patrimonio cultural. Su labor es fundamental para la preservación e innovación cultural en Abancay. Estas élites fomentan la identidad cultural y tienen un impacto significativo en la percepción pública sobre temas sociales y políticos. Actúan también como mediadores en conflictos sociales. Michels señala que su influencia se perpetúa a través de estructuras organizativas que limitan la participación de otros grupos, aunque son capaces de integrar nuevas voces para enriquecer el diálogo cultural [9].

Las élites académicas están formadas por profesores universitarios, investigadores y expertos que contribuyen al desarrollo del conocimiento en diversas áreas. Generan investigaciones relevantes y participan activamente en debates sobre políticas educativas. Además, actúan como consultores para otras élites, informando a las élites políticas y sirviendo como un puente entre el conocimiento académico y la acción política.

**Tabla 2.** Sistematización de la entrevista al académico Alfredo Sumi Arapa

Sección	Respuesta
1. Definición de élites	Las élites son un grupo de personas que se seleccionan para diferenciarse de otros y tienen un poder económico.
2. Élites locales	Cuando en un determinado distrito, provincia o urbe hay personas con poder económico, son grupos selectos que deciden muchas cosas, sobre todo en lo económico.
3. Características de las élites	La parte económica, que otorga posibilidades políticas de decidir de manera vertical en cuestiones públicas.
4. Élites locales en Abancay	En Abancay hay una característica peculiar desde la época colonial: grupos jerárquicos en lo político y económico, cuyos descendientes forman la élite actual. Porque actualmente ocupan cargos políticos.
5. Criterios de selección	- Poder económico - Color de la piel - Apellidos Porque mediante estos criterios se identifican como superiores a los demás.
6. Clasificación de las élites	Por categorías: - Por la condición económica - Por el lugar jerárquico que ocupan en los cargos políticos - Por los empresarios - Por el color de la piel y el apellido - Por sus familiares en otros países - Por las universidades privadas. - Económicas: Empresarios destacados en la agroindustria, comercio y minería. - Políticas: alcaldes, regidores, líderes partidarios. - Culturales: Promotores de la cultura quechua y artistas locales. - Académicas: Profesores universitarios y expertos reconocidos. - Sociales: Líderes de organizaciones civiles y comunidades campesinas influyentes.

Para el académico Alfredo Sumi, las élites son un grupo selecto de personas que se distinguen por su poder económico, lo que les permite influir en diversas esferas de la sociedad. En el contexto local, cuando se habla de élites, se refiere a individuos en un distrito, provincia o ciudad que poseen un poder significativo y que pueden tomar decisiones cruciales, especialmente en el ámbito económico. Estas élites están caracterizadas por su conexión con el poder económico, lo que les otorga la capacidad de decidir de manera vertical sobre asuntos públicos [10]

En Abancay, esta dinámica tiene raíces históricas que se remontan a la época colonial, donde grupos jerárquicos tanto políticos como económicos sentaron las bases de la élite actual. Los descendientes de estas jerarquías coloniales ocupan hoy cargos políticos relevantes en la región. La identificación de estas élites se basa en criterios como el poder económico, el color de la piel y los apellidos, elementos que contribuyen a su percepción de superioridad.

La clasificación de las élites en Abancay se realiza por categorías: las élites económicas incluyen empresarios destacados en sectores como la agroindustria y el comercio; las élites políticas abarcan alcaldes y líderes partidarios; las culturales están formadas por

promotores de la cultura quechua y artistas; las académicas comprenden profesores universitarios y expertos; y las sociales incluyen líderes de organizaciones civiles. Esta estructura permite entender cómo operan las élites locales y su influencia en la toma de decisiones que afectan a la comunidad [11]

**Tabla 3.** Sistematización de las a la académica Esmélida Zea

Sección	Respuesta
Definición de élites	Son grupos minoritarios que concentran características como poder político y económico, y tienen influencia sobre los demás.
Elites locales	Son grupos minoritarios en el ámbito local, como empresarios locales, familias posicionadas, terratenientes, mineros artesanales y autoridades políticas.
Características de las élites	Poder político y económico para influir en decisiones políticas, incidencia en la agenda pública, reconocimiento, prestigio local y capacidad de movilizar masas.
Elites locales en Abancay	- Familias tradicionales con prestigio y trascendencia política (Gamarra, Pozo, etc.) - Empresarios de minería artesanal - Empresarios dueños de licitaciones públicas - Comerciantes.
Criterios de selección	Por su influencia en la toma de decisiones políticas y sociales, su capacidad de agenda política y su poder de movilización. - Élite política: Alcaldes, regidores, líderes partidarios. - Élite económica: Empresarios en comercio, minería y constructoras. - Élite social: Asociaciones, ONG, frentes de defensa con gran poder de influencia. - Élite profesional: Docentes, académicos, investigadores. Porque representan espacios fundamentales en la sociedad y están vinculados al poder local en diversas formas. Por quienes tienen poder económico, político, social y profesional.
Clasificación de las élites	- Económicas: Empresarios destacados en agroindustria, comercio y minería. - Políticas: Alcaldes, regidores, líderes partidarios. - Sociales: Líderes de ONG, frentes de defensa y asociaciones civiles. - Profesionales: Docentes universitarios y expertos reconocidos.

La académica Esmélida Zea define a las élites son grupos minoritarios que concentran poder político y económico, lo que les otorga una influencia significativa sobre la sociedad. En el ámbito local, estas élites se componen de empresarios locales, familias posicionadas, terratenientes, mineros artesanales y autoridades políticas. Las características de estas élites incluyen su capacidad para influir en decisiones políticas, su reconocimiento y prestigio local, así como su habilidad para movilizar masas en torno a sus intereses [12]

En Abancay, se destacan familias tradicionales con una trayectoria política relevante, empresarios de minería artesanal y comerciantes que juegan un papel crucial en la toma de decisiones sociales y políticas. Los criterios de selección de estas élites abarcan tanto el poder político —representado por alcaldes y líderes partidarios— como el económico y social, incluyendo ONG y asociaciones influyentes.

La clasificación de las élites se realiza en función de su poder económico, político, social y profesional. Así, se identifican élites económicas (empresarios), políticas (funcionarios electos), sociales (líderes comunitarios) y profesionales (académicos), lo que permite un análisis profundo de su impacto en la comunidad de Abancay.

**Tabla 4.** Sistematización de la entrevista a la académica Katherin Mamani

Criterio	Descripción
Definición de élites	Las élites representan grupos minoritarios que concentran poder político, económico y recursos estratégicos, ejerciendo una influencia decisiva en las decisiones que estructuran las dinámicas políticas, económicas y sociales de una sociedad o región.
Élites locales	En el ámbito regional o provincial, las élites locales están conformadas por actores con alta capacidad de incidencia, tales como familias tradicionales, empresarios prominentes, autoridades políticas y líderes de instituciones clave. - Poder económico: Dominio de sectores estratégicos como minería, agroindustria y comercio. - Redes de influencia política: Acceso y control de espacios de decisión pública.
Características	- Legitimación simbólica: Uso de discursos históricos y culturales. - Capacidad movilizadora: Prestigio social que facilita la movilización de masas y el disciplinamiento social. - Control de recursos locales: Dominio sobre tierras, licitaciones públicas o infraestructura estratégica. - Poder político y económico: Capacidad para incidir en decisiones públicas y privadas.
Criterios de selección	- Prestigio histórico y cultural: Reconocimiento derivado de linajes familiares o símbolos culturales. - Redes sociales y familiares: Conexiones que refuerzan su influencia en diversos ámbitos. - Participación en instituciones clave: Posiciones en universidades, ONGs o asociaciones de alto impacto regional. - Económicas: Empresarios influyentes en minería, agroindustria y comercio.
Clasificación	- Políticas: Autoridades municipales, regionales y líderes partidarios con poder decisorio. - Culturales y sociales: Actores que emplean discursos simbólicos para legitimar su posición. - Académicas y profesionales: Docentes, investigadores y profesionales destacados en el ámbito regional. - Líderes organizativos: Representantes de frentes de defensa y asociaciones civiles.

La sistematización de la entrevista a la académica Katherin Mamani ofrece una visión relevante sobre las élites en el contexto regional. Según Mamani, las élites son grupos minoritarios que concentran poder político, económico y recursos estratégicos, ejerciendo una influencia decisiva en las decisiones que moldean las dinámicas políticas, económicas y sociales de una sociedad. En el ámbito local, estas élites incluyen actores con alta capacidad de incidencia, como familias tradicionales, empresarios prominentes y autoridades políticas [13].

Las características que definen a estas élites son variadas: poseen poder económico que les permite dominar sectores estratégicos como la minería y el comercio; tienen acceso a redes de influencia política que les facilitan el control de espacios de decisión pública; y utilizan discursos simbólicos para legitimarse. Además, su prestigio social les otorga la capacidad de movilizar masas [14]

Los criterios de selección para estas élites abarcan el poder político y económico, el reconocimiento histórico y cultural, así como las conexiones sociales y familiares. La clasificación de las élites se organiza en categorías económicas, políticas, culturales y sociales, así como académicas y profesionales. Esto permite entender cómo operan en la región y su impacto en la toma de decisiones que afectan a la comunidad.

**Tabla 5.** Propuesta general en función a la sistematización de la entrevista de los académicos especialistas en torno a las elites locales

<b>Definición de élites</b>	Las élites son grupos minoritarios que concentran poder político, económico y recursos. Influyen en decisiones políticas, económicas y sociales que afectan a la mayoría de la población, ejerciendo control sobre recursos y tomando decisiones clave.
<b>Élites locales</b>	Grupos con influencia regional o provincial, conformados por familias tradicionales, empresarios, autoridades, líderes de instituciones educativas y comerciantes destacados
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poder económico significativo</li> <li>- Redes políticas de influencia</li> <li>- Control sobre recursos locales</li> <li>- Capacidad de movilizar masas</li> <li>- Uso de discursos de legitimación histórica y cultural</li> <li>- Reconocimiento social y prestigio histórico</li> <li>- Poder político y económico</li> <li>- Influencia cultural y social</li> </ul>
<b>Criterios de selección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes familiares y sociales</li> <li>- Participación en instituciones civiles y educativas</li> <li>- Prestigio profesional y académico</li> </ul>
<b>Clasificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económicas: Empresarios y comerciantes influyentes.</li> <li>- Políticas: Autoridades locales y líderes partidarios.</li> <li>- Sociales: Líderes de ONG, frentes de defensa y asociaciones.</li> <li>- Culturales-Educativas: Académicos y líderes de opinión.</li> </ul>

La propuesta general, basada en la sistematización de la entrevista a académicos especialistas sobre las élites locales, define a estas como grupos minoritarios que concentran poder político, económico y recursos. Estas élites influyen en decisiones clave que afectan a la mayoría de la población, ejerciendo un control significativo sobre los recursos y determinando el rumbo de las políticas públicas.

En el contexto local, las élites están compuestas por actores con influencia regional o provincial, incluyendo familias tradicionales, empresarios destacados, autoridades políticas y líderes de instituciones educativas. Sus características distintivas incluyen un poder económico significativo, redes políticas de influencia y control sobre recursos locales. Además, poseen la capacidad de movilizar masas y utilizan discursos que legitiman su posición basados en la historia y la cultura.

Los criterios de selección para estas élites abarcan el poder político y económico, así como la influencia cultural y social. Las conexiones familiares y sociales también juegan un papel crucial, al igual que la participación en instituciones civiles y educativas. La clasificación de las élites se organiza en categorías económicas, políticas, sociales y culturales-educativas, lo que permite un análisis más claro de su impacto en la comunidad y en la toma de decisiones que afectan a la región.

## 4 Discusiones

La discusión sobre las élites locales en Abancay, fundamentada en las teorías de Michels, Pareto y Mosca, revela dinámicas de poder significativas que afectan la estructura social y política de la región. La teoría de Michels plantea que un pequeño grupo puede dominar cualquier organización, lo que genera dudas sobre la efectividad de los mecanismos democráticos en Abancay. Esta dominación oligárquica sugiere que, a pesar de las apariencias democráticas, el verdadero poder puede estar concentrado en manos de unos pocos [15]. Por su parte, Pareto enfatiza la importancia de la circulación de élites para evitar el estancamiento. En Abancay, nuevos líderes emergen en respuesta a cambios sociales, desafiando el status quo y ofreciendo alternativas a las élites tradicionales. Sin embargo, la capacidad de estos nuevos actores para consolidarse depende de su habilidad para movilizar apoyo popular y establecer redes efectivas. La teoría de Mosca resalta que una clase política organizada es esencial para mantener el control; esto implica que las élites deben integrar nuevas voces sin perder su cohesión interna. La falta de adaptación puede llevar a tensiones entre mantener el poder y responder a un electorado crítico que exige mayor participación [16].

Además, la legitimidad de las élites está cada vez más ligada a su capacidad para representar a sectores marginados. La inclusión social se convierte en un requisito fundamental para evitar el descontento social y la crisis de legitimidad [17]. Las élites tradicionales deben demostrar su capacidad para representar efectivamente a todos los sectores o enfrentar una creciente desconfianza pública. El surgimiento de nuevas élites también plantea desafíos y oportunidades. Estas nuevas figuras buscan representar intereses desatendidos y pueden contribuir a una gobernanza más inclusiva. Sin embargo, deben establecer redes sólidas para mantener su relevancia frente a las élites consolidadas [18].

Este análisis subraya la importancia crítica del papel de las élites locales en Abancay en un contexto cambiante y desafiante. La adaptación a las demandas sociales y la inclusión son esenciales para evitar una mayor fragmentación del poder y promover un desarrollo

equitativo. La comprensión de estas dinámicas es relevante no solo para Abancay, sino también para otras regiones que enfrentan desafíos similares en la gobernanza y la representación política.

En este sentido, en coherencia con el objetivo de la investigación, la propuesta permitirá clasificar a las élites de la región, estableciendo criterios de selección y un modelo de clasificación correspondiente. Así, se busca proporcionar un esquema que facilite a otros académicos e interesados realizar una tipología de las élites locales, contribuyendo al entendimiento del impacto que tienen en la política, economía y cultura regionales.

Las élites económicas están compuestas por empresarios y líderes en sectores clave como la agroindustria y minería. Estas élites controlan recursos financieros significativos, lo que les permite influir en decisiones políticas relevantes. Las élites políticas incluyen autoridades locales y líderes partidarios que mantienen redes políticas sólidas y utilizan discursos estratégicos para buscar legitimidad ante la población [19]. Las características distintivas de estas élites incluyen su poder económico significativo, redes políticas influyentes y control sobre recursos locales. Además, poseen una notable capacidad para movilizar masas y utilizan discursos históricos y culturales para legitimar su posición [20]. Esto indica una estrategia consciente por parte de estas élites para justificar su dominio.

Los criterios de selección abarcan no solo el poder político y económico, sino también factores como el reconocimiento histórico y cultural, así como las conexiones sociales y familiares. Esto resalta cómo las élites son determinadas no solo por su riqueza o influencia política, sino también por su capacidad para establecer conexiones significativas dentro del tejido social [21]. La discusión sobre las élites locales en Abancay, a través de las teorías de Michels, Pareto y Mosca, revela dinámicas de poder fundamentales en la región, que dan cuenta de cómo la estructura política, económica y social de la ciudad está dominada por pequeños grupos con gran influencia. El análisis de estas teorías permite comprender las interacciones y tensiones dentro de las élites locales.

Por un lado, la teoría de Michels sobre el "dominio oligárquico" pone en evidencia la concentración de poder en un reducido número de individuos o familias, lo que plantea dudas sobre la efectividad de los mecanismos democráticos en Abancay. La idea de que toda organización, incluso democrática, tiende a ser dominada por una élite, resalta el desafío para los procesos participativos en la región. La concentración del poder en pocas manos dificulta la posibilidad de una real representación popular [22]. En segundo lugar, Pareto plantea la importancia de la circulación de élites para evitar el estancamiento. En Abancay, nuevos líderes emergen en respuesta a cambios sociales y económicos, desafiando el *status quo* y la rigidez de las estructuras tradicionales. Sin embargo, este fenómeno también puede generar tensiones, pues las élites tradicionales, al sentirse amenazadas, pueden resistir estos cambios y mantener una lucha constante por el control [23].

La teoría de Mosca, por su parte, subraya la necesidad de una clase política organizada para mantener el control y la estabilidad social. En este sentido, las élites locales en Abancay deben equilibrar la inclusión de nuevas voces con la preservación de su cohesión interna. El desafío radica en integrar a sectores marginados y nuevos actores políticos sin perder su influencia y prestigio [24]. En este contexto, la perspectiva de Sumi Arapa, destaca la cohesión de las élites y su capacidad para adaptarse a las demandas de un electorado más crítico son temas recurrentes. Según él, la legitimidad de las élites depende de su capacidad para representar a los sectores más desfavorecidos. Su advertencia sobre los riesgos de excluir a las voces marginalizadas resalta la importancia de la inclusión social para evitar descontentos que podrían desembocar en crisis de legitimidad.

Además, las élites en Abancay enfrentan una serie de desafíos estructurales. La fragmentación política, reflejada en la incapacidad para integrar nuevas voces y actores, podría resultar en tensiones internas. Este fenómeno podría facilitar la emergencia de nuevos líderes que representen intereses desatendidos por las élites tradicionales, lo que generaría una crisis de legitimidad y desconfianza entre la población. La perspectiva de Zea, resalta el cuestionamiento del *status quo* como un motor clave del cambio político. Para Zea, el descontento social impulsa la necesidad de modificar estrategias políticas, lo cual debe ser abordado por las élites para mantener su relevancia en un contexto cambiante.

Por otro lado, Mamani señala el surgimiento de nuevas élites emergentes. Estas nuevas figuras políticas, al representar a sectores marginados, podrían contribuir a una gobernanza más inclusiva [25]. Sin embargo, el desafío para estas élites emergentes radica en la construcción de redes políticas sólidas que les permitan consolidarse y mantener su relevancia en la región. El planteamiento global de un esquema para establecer una tipología de las élites locales en Abancay, plantea la necesidad urgente de adaptar las estrategias políticas para evitar la fragmentación y fomentar un desarrollo más equitativo. El modelo proporciona un marco teórico útil para comprender cómo las élites locales influyen en la política, la economía y la cultura de la región, y cómo sus interacciones pueden impactar la gobernanza local.

La identificación de las características y clasificaciones de las élites —económicas, políticas, sociales y culturales— permite un análisis más profundo de su papel dentro del entramado social de Abancay. Estas élites no solo poseen poder económico, sino también redes políticas de influencia, control sobre recursos locales y la capacidad para movilizar masas [26]. Estos elementos refuerzan la centralidad de estas élites en la toma de decisiones clave y en el rumbo futuro de la región. Esta propuesta ofrece un marco comprensivo para analizar las interacciones entre diferentes tipos de élites en Abancay. Al considerar cómo estas élites interactúan —ya sea colaborativamente o conflictivamente— se puede entender mejor cómo influyen en la gobernanza local y cómo sus dinámicas pueden evolucionar frente a los desafíos contemporáneos. Este análisis no solo es relevante para Abancay, sino que también proporciona lecciones valiosas sobre cómo abordar las dinámicas del poder local en contextos similares.

## 5 Conclusiones

- La definición consensuada de élites considera a este grupo como una minoría con la capacidad de influir en la toma de decisiones y en la formulación de políticas dentro de un determinado contexto.
- Las élites locales son grupos de poder que ejercen influencia en un territorio específico con el fin de consolidar y perpetuar su poder. En la ciudad de Abancay, estas élites están conformadas por familias de linaje, profesionales, empresarios y políticos. Además, se ha observado el surgimiento de nuevas élites, lo que forma parte de un proceso dinámico de circulación de élites.
- La legitimidad de las élites está cada vez más vinculada a su capacidad de representar a los sectores marginados. La inclusión social se ha convertido en un factor clave para evitar el descontento y las crisis de legitimidad. Por ello, las élites tradicionales deben adaptarse a las demandas cambiantes del electorado para mantener su relevancia.
- Los criterios para establecer una tipología de élites en Abancay se basan en su influencia sobre la sociedad local, el tipo de labor o profesión que desempeñan, su participación en actividades políticas, su condición de empresarios o propietarios de negocios, y si provienen de familias con linaje histórico o herencia de las antiguas haciendas.
- El esquema propuesto para clasificar a las élites locales en Abancay distingue entre élites económicas, políticas, culturales y académicas. Este marco conceptual facilitará a académicos e interesados realizar un análisis más profundo sobre el impacto de estas élites en la política, la economía y la cultura regional, permitiendo identificar qué personas influyen en la ciudad y a qué tipo de élite pertenecen.

## 6 Agradecimiento

A la Dirección de Institutos de Investigación y al Vice Rectorado de Investigación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac- Perú por haberme seleccionado como ganador del Concurso de FERCYT Feria de Ciencia y Tecnología 2024, y por el reconocimiento económico, que constituye un estímulo importante para seguir trabajando en beneficio de la comunidad y contribuir al avance científico y tecnológico de nuestro país; este logro es un motivador para seguir adelante. Asimismo, a los académicos especialistas en torno a las elites locales.

## 7 Biografías

- Michael Rivas-Baca, estudiante de la carrera profesional de Ciencia Política y Gobernabilidad de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Línea de investigación: elites regionales y locales.
- Hilda Maribel Huayhua-Mamani, docente de la Escuela Profesional de Ciencia Política y Gobernabilidad, Facultad de Educación y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

## 8 Referencias

- [1] A. Osorio Rauld, "Hacia una sociología de las élites: Una revisión crítica del elitismo Clásico de Mosca, Pareto y Michels," M.A. thesis, Dept. Sociología, Univ. de Chile, Santiago, Chile, 2014. [Online]. Available: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/135443>.
- [2] L.E Blacha, "¿Élite o clase política? Algunas precisiones terminológicas", *Revista THEOMAI / THEOMAI Journal*, vol. 12, segundo semestre de 2005. <https://www.redalyc.org/pdf/124/12401210.pdf>
- [3] L. E Blacha, "La influencia de las élites para caracterizar a las clases dominantes", *Rev. Esc. Hist.*, vol. 14, no. 2, pp. 00-00, 2015. Disponible en: [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1669-90412015000200003&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-90412015000200003&lng=es&nrm=iso).
- [4] L. E. Pérez Castro y C. . Morado Macías, «Abordajes sobre el análisis de las élites políticas de México y Nuevo León», *TRDR*, vol. 1, n.º 2, pp. 87–137, may 2022. <https://transdisciplinar.uanl.mx/index.php/t/article/view/23>
- [5] A. A. Goldstein, "Las elites y las derechas en oposición al gobierno de Pedro Castillo en Perú," *Discursos del Sur*, vol. 9, pp. 119-150, ago. 2022. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Sociales. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/201501>
- [6] A. Morenas, «La construcción de la "figura" ministerial en el Perú. Una mirada multidimensional y relacional al estudio de las élites estatales», *RA*, vol. 1, n.º 2, pp. 65-89, dic. 2020. <https://revistaargumentos.iep.org.pe/index.php/arg/article/view/55>
- [7] J. Crabtree y M. G. Gil, "Democracia, poder de las élites y sociedad civil: una comparativa entre Bolivia y el Perú," *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*, vol. 126, pp. 139–162, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/26976706>.
- [8] J. Crabtree, "Democracy, elite power and civil society: Bolivia and Peru compared," *Revista CIDOB d'Afers Internacionals*, vol. 126, pp. 139–161, dic. 2020. DOI: 10.24241/rcai.2020.126.3.139/en.
- [9] M. Grynszpan, "La Teoría de las Élites y su genealogía consagrada", *BIB*, n.º 41, p. 35–83, enero. 1996. <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/169>
- [10] Vander Zanden, J. W. (1960). Pareto and fascism reconsidered. *The American Journal of Economics and Sociology*, 19(4), 399–411. Retrieved

from. <https://www.jstor.org/stable/3484620>

- [11] Dahl, R. A. (1982). *Dilemmas of pluralist democracy: autonomy*. New Haven, CT: Yale University Press.
- [12] B. González-Bustamante, «Élites políticas, económicas e intelectuales: una agenda de investigación creciente para la ciencia política», *Rev. Pol.*, vol. 54, n.º 1, pp. pp. 7–17, jul. 2016. <https://revistapolitica.uchile.cl/index.php/RP/article/view/42690>
- [13] P. Santa-Cruz, «Élites y tributación: percepciones del empresariado cordobés en torno a los impuestos», *Íconos*, n.º 77, pp. 77–94, sep. 2023. <https://iconos.flacsoandes.edu.ec/index.php/iconos/article/view/5871>
- [14] K. Mamani. "Elites políticas en Abancay", *CIES*, mayo 2024. <https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2024/05/Elites-politicas-en-Abancay.pdf>.
- [15] B. González-Bustamante y F. Luci, «Élites políticas en América Latina: socialización, trayectorias y capitales», *Pléyade*, n.º 28, pp. 21–32, dic. 2021. <https://www.revistapleyade.cl/index.php/OJS/article/view/359>
- [16] M. Alcántara Sáez y I. Llamazares Valdivieco, «Partidos políticos, élites parlamentarias y clases sociales en Centroamérica», *Am. Lat. Hoy. Rev. Cienc. Soc.*, vol. 16, nov. 2009. <https://revistas.usal.es/cuatro/index.php/1130-2887/article/view/2094>
- [17] A. Macedo, La élite empresarial y la formación de la hegemonía neoliberal del Perú desde una perspectiva gramsciana, *LACOLMENA*, n.º 16, pp. 191–202, nov. 2023. <https://doi.org/10.18800/lacolmena.202301.010>
- [18] Á. J. Carbajal Rosas, "La ilegitimidad del poder político en el Perú," *RA*, vol. 5, no. 1, jul. 2024. <https://doi.org/10.46476/ra.v5i1.190>
- [19] D. Martuccelli, "La crisis de la sociedad señorial y el malestar estatutario de las élites en Chile," *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, no. 77, pp. 95–113, sept.-dic. 2023. DOI: <https://doi.org/10.17141/iconos.77.2023.5820>.
- [20] C. Fernández Fontenoy, «La élite política peruana: sus inicios republicanos», *SI*, vol. 11, n.º 1, pp. 14–35, nov. 2021. <https://doi.org/10.53870/silex.202111161>
- [21] C. R. Nureña, C. L. Toche, y J. Pérez-Pachas, "Comportamiento electoral en los Andes del sur peruano frente a las candidaturas de la élite criolla de Lima, 1980-2021," *Discursos del Sur*, no. 10, pp. 31–66, dic. 2022. DOI: <https://doi.org/10.15381/dds.n10.24406>.
- [22] G. Salas Carreño, "Roles y legitimidad de los envarados: hacendados, ruwales y relación con el Estado en comunidades Q'ero (Cusco, Perú, 1922-2020)," *Estudios atacameños*, vol. 69, p. 21, dic. 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2023-0021>.
- [23] J. V. Ugarde, "El Poder de las Élites que nos Gobiernan. A Propósito de Vilfredo Pareto, Gaetano Mosca y Robert Michels", *Rev. Consinter*, vol. 6, núm. 11, pág. 151-178, diciembre. 2020. <https://doi.org/10.19135/revista.consinter.00011.06>
- [24] G. Barbieri, "Pareto, Mosca, Michels y el advenimiento del fascismo", *ISR*, vol. 14, núm. 11S, pp. 1133–1150, diciembre de 2024. <https://doi.org/10.13136/isr.v14i11S.773>
- [25] B. González-Bustamante y F. Luci, "Élites políticas en América Latina: socialización, trayectorias y capitales. Introducción," *Pléyades (Santiago)*, no. 28, pp. 21–32, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-36962021000200021>.
- [26] S. K. Bagirov, "Élite política y cultura política: un análisis político-filosófico del problema de la gobernancia y la subordinación," *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 15, no. 3, pp. 583–592, Jun. 2023. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202023000300583&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202023000300583&lng=es&tlng=en).



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 1 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v4.n2.2023

Páginas: 1- 6

Recibido 20/08/2024 ; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n1.2024.130>

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0006-8162-6532> Juan José Villano Pérez, universidad nacional micaela bastidas de Apurímac, Abancay -Perú-192111@unamba.edu.pe.
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0001-4278-7417> Marco Antonio Menejes Ramírez, universidad nacional micaela bastidas de Apurímac, Abancay -Perú-182095@unamba.edu.pe
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0001-8319-0289> Sandra Pampañaupa Morel, universidad nacional micaela bastidas de Apurímac, Abancay -Perú-171076@unamba.edu.pe
4. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0003-3337-3762> Víctor Hugo Sarmiento Casavilca Laboratorio de Biotecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, vsarmiento@unamba.edu.pe

## Helado Artesanal Fortificado con Proteínas de Larvas de Mosca Soldado (*Hermetia illucens*): Evaluaciones Sensoriales y Nutricionales

### Protein-Fortified Artisan Ice Cream with Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*): Sensory and Nutritional Evaluations.

Juan Jose Villano Pérez<sup>1</sup>, Marco Antonio Menejes Ramírez<sup>2</sup>, Sandra Pampañaupa Morel<sup>3</sup> y Víctor Hugo Sarmiento Casavilca<sup>4</sup>

**Resumen.** El uso de proteínas de insectos, especialmente de larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*), se está convirtiendo en una alternativa sostenible en la industria alimentaria. Este estudio evalúa su impacto en la formulación de un helado artesanal, analizando el sabor, textura, aceptación general y el contenido nutricional. Para ello se elaboraron cuatro lotes de helado con diferentes concentraciones de harina de larvas de mosca soldado: 0% (control), 2%, 5% y 8%. Luego un panel de 35 consumidores evaluó los atributos sensoriales con pruebas afectivas mediante una escala hedónica y se finalmente realizó un análisis nutricional in silico. Los resultados revelaron que la formulación con 5% de harina de larva de mosca soldado fue la mejor valorada en sabor y apariencia, además de incrementar significativamente el contenido proteico sin afectar la calidad organoléptica del helado. Esto sugiere que la inclusión de esta proteína en helados es viable y beneficiosa, ofreciendo una opción innovadora y saludable en comparación con fuentes de proteína tradicionales. El estudio no solo tiene relevancia para el sector alimentario, sino que también fomenta prácticas más sostenibles. Sin embargo, su implementación en el mercado requiere de normativas adecuadas para el cultivo de insectos destinados al consumo humano, particularmente en regiones como Perú donde la legislación aún se está desarrollando.

**Palabras Clave:** Helado, mosca soldado, proteína de insectos, sostenibilidad alimentaria

### Abstract

The use of insect proteins, particularly from black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*), is emerging as a sustainable alternative in the food industry. This study evaluates their impact on the formulation of artisanal ice cream, analyzing flavor, texture, overall acceptance, and nutritional content. Four batches of ice cream were prepared with different concentrations of black soldier fly larvae flour: 0% (control), 2%, 5%, and 8%. Subsequently, a panel of 35 consumers assessed the sensory attributes through affective tests using a hedonic scale, followed by an in silico nutritional analysis. The results revealed that the formulation containing 5% black soldier fly larvae flour received the highest ratings for flavor and appearance, while significantly increasing the protein content without compromising the organoleptic quality of the ice cream. This suggests that the inclusion of this protein in ice cream is both viable and beneficial, offering an innovative and healthy option compared to traditional protein sources. The study is not only relevant for the food sector but also promotes more sustainable practices. However, its implementation in the market necessitates appropriate regulations for the farming of insects intended for human consumption, particularly in regions like Peru, where legislation is still being developed.

**Keywords:** Ice cream, black soldier fly, insect protein, food sustainability



## 1. Introducción

En la búsqueda de alternativas sostenibles y nutritivas en la industria alimentaria, el uso de proteínas de insectos ha cobrado relevancia en los últimos años, una de las principales ventajas frente a otras fuentes de proteínas son los bajos costos ambientales de producción, lo que hace que se vuelva esencial para satisfacer el actual aumento de la demanda mundial de proteínas [1]. Las larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*) se destacan por su alto contenido proteico y su perfil nutricional favorable, lo que las convierte en una opción prometedora para la fortificación de productos alimenticios [2]. Esta especie de insecto no solo presenta ventajas en términos de valor nutricional, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, al ofrecer una fuente de proteína que requiere menos recursos en comparación con las proteínas provenientes de ganadería tradicional. Entre todos los insectos comestibles la *Hermetia illucens*, conocida popularmente como mosca soldado negra, ha sido considerada como uno de los insectos más prometedores para la producción comercial de proteínas, con un enfoque sostenible eficaz para el consumo humano [3, 4]; El contenido de proteína de este insecto se encuentra entre el 57 y el 63% de la materia seca, y el contenido de grasa puede variar del 17 al 39% dependiendo de su tipo de alimentación [5].

Por otra parte el helado, es un alimento apreciado a nivel mundial tanto por su sabor y por su textura, este producto presenta buenas oportunidades en el mercado para incorporar proteínas no convencionales como el proveniente de la cría y cultivo de insectos en su formulación. Sin embargo, la inclusión de concentrado proteico provenientes de larvas de mosca soldado plantea desafíos tecnológicos en términos de aceptación sensorial y características nutricionales del producto final. La sensación en boca y las propiedades de textura de muchos alimentos, incluidos los helados, se deben a la integración de las grasas saturadas con las proteínas, por lo tanto, cuando se usan sustitutos de algunos de sus ingredientes es un desafío técnico considerable [6]. En particular, las propiedades físicas de la grasa juegan un papel importante en el comportamiento de la mezcla del helado durante la congelación y en la formación de la estructura final. Por lo tanto, la presente investigación se centró en evaluar cómo la incorporación de este tipo de proteína alternativa afecta las propiedades nutricionales y sobre todo sensoriales de un helado artesanal.

Estudios recientes han dilucidado las posibles implicaciones del procesamiento en la tecnofuncionalidad y digestibilidad de algunos productos a base de insectos, en ese sentido, el helado es un producto altamente aceptado en todos los rangos de edad y géneros, por lo tanto, ofrece una solución refrescante y fría que también puede ayudar a enmascarar los sabores fuertes de algunos de sus ingredientes en el proceso de fortificación [8].

Por lo que el objetivo de este estudio fue analizar el impacto de la incorporación de harina de larvas de mosca soldado en la formulación de un helado artesanal, considerando parámetros como el sabor, la textura y la aceptación general por parte de un panel de consumidores. Además, se llevó a cabo un análisis nutricional in silico que permita determinar el aporte de proteínas y otros nutrientes, así como su potencial para mejorar la calidad nutricional del helado.

A través de este trabajo, se espera contribuir al conocimiento sobre el uso de proteínas alternativas sustituyendo las provenientes de animales mayores en la elaboración de helados artesanales, ofreciendo una alternativa innovadora y saludable que responda a la creciente demanda de productos alimenticios sostenibles y nutritivos. Este estudio busca promover un cambio hacia prácticas más responsables y amigables con el medio ambiente en la producción de alimentos.

## 2. Método

**2.1 Preparación de harina de larvas de mosca soldado:** La harina de larvas de mosca soldado negra fue obtenida de un invernadero de crianza de moscas de la región de Ica, donde las moscas se alimentaron con fórmulas de mezclas de piensos obtenidas a partir de biorresiduos agroindustriales. Una vez que las larvas alcanzaron su etapa de recolección, los insectos se separaron del sustrato mediante tamizado. A continuación, se escaldaron en agua caliente (80 °C) durante 5 min para asegurar la inocuidad y se secaron a 70°C durante 4-5 horas hasta obtener larvas con un contenido de humedad <5%. A continuación, las larvas se molieron para obtener un polvo, llamado "harina de larvas de mosca soldado"

**2.2 Formulación del helado:** Se prepararon tres lotes de helado con diferentes concentraciones de harina de larvas de mosca soldado: 2%, 5% y 8%, adicionalmente se tuvo un control con 0% de incorporación para que sirva de referencia.

**Ingredientes del helado artesanal:** Se utilizó una receta base de helado artesanal compuesta de ajonjolí 11%, leche fresca 20%, azúcar 20 %, mantequilla de maní 1%, coco rallado 1%, estabilizante 1.5%, vainilla en polvo 0,5% y agua 55% mezclados adecuadamente para asegurar una consistencia adecuada, esta mezcla base se sometió a tratamiento térmico por espacio de 15 minutos a temperatura de ebullición. Para luego enfriarla, una vez fría la mezcla se efectuó el batido y congelado en dos recipientes, una contenía pedazos de hielo seco y el otro recipiente la base del helado.

**2.3 Evaluación Sensorial:** Se trabajó con un panel de 35 consumidores para hacer pruebas afectivas en cuanto a atributos de sabor, textura y apariencia general del helado. Los panelistas utilizaron fichas de escalas hedónicas (de 1 a 5) para medir la aceptación de sabor, textura y apariencia global del helado.

**2.4 Evaluación Nutricional:**

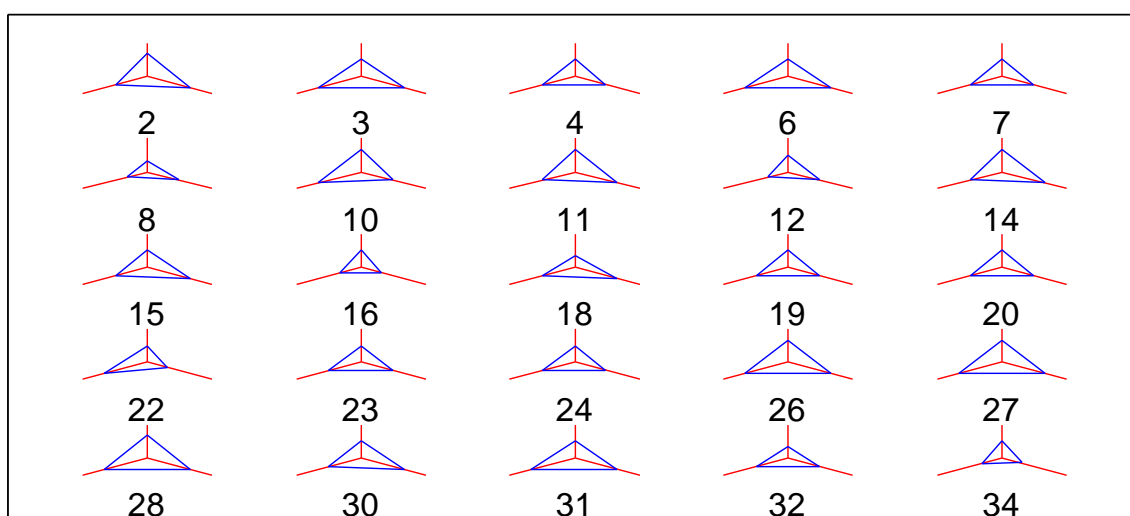
El análisis Proximal se realizó para determinar el contenido proteico, los lípidos, los carbohidratos en las distintas formulaciones, se trabajó en forma in silico, usando una hoja de cálculo para determinar las calorías y la información nutricional de las distintas formulaciones.

**2.5 Análisis estadístico:**

Se trabajo un diseño DCA 3x2, (tres formulaciones con dos tiempos de batido) a los resultados se les sometido a una prueba de Kruskal Wallis para determinar la significancia de las variables y seguido de una prueba de Ranking Fisher LSD con un nivel de significancia de 0.05 de aceptación, así se pudo conocer la formulación que tenía mayor aceptación sensorial y mejor performance nutricional. Los datos fueron trabajados en un paquete estadístico Stat Graphics Centurion.

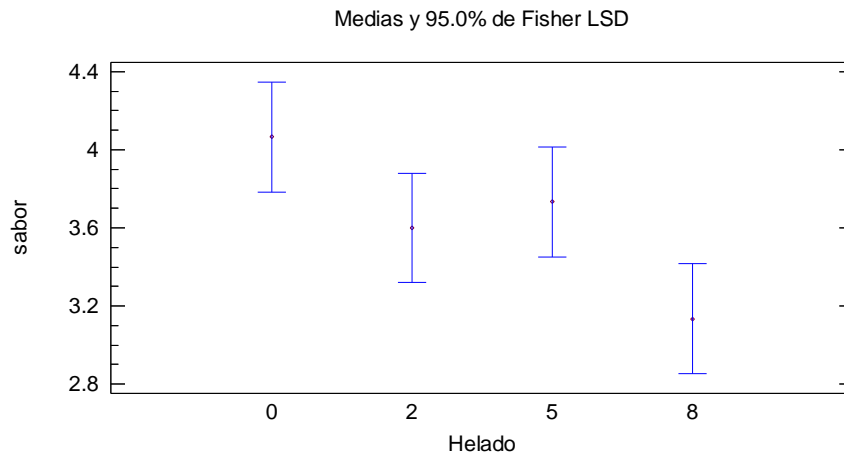
**3. Resultados**

**3.1. Evaluación sensorial :** En la siguiente figura se muestra el conglomerado de las respuestas de los 35 panelistas que dieron su puntaje en cuanto a sabor, textura y apariencia, para las diversas formulaciones del helado, que contenían harina de larvas de mosca soldado.



**Fig. 1.** Grafica de conglomerados centrales de los 35 panelistas que realizaron la evaluación sensorial

En la figura 2, se puede observar la prueba de Ranking (Fisher LSD) en cuanto a sabor, en esta se observa que la mayor aceptación de las tres formulaciones de helado es el de 5% seguido de 2% y finalmente 8%. En referencia al helado denominado control.



**Fig. 2.** Prueba de Ranking para escoger la mejor formulación del helado artesanal con harina de mosca soldado

**3.2. Evaluación Nutricional:** A continuación, se presenta un cuadro con la información nutricional de las tres formulaciones de helados, más el control y un helado comercial industrial, sabor chocolate para poder hacer las comparaciones correspondientes en cuanto al valor nutricional.

**Tabla 1.** Información nutricional del helado artesanal con fortificación de harina de mosca soldado x ración de 100 gramos .

HELADO	Calorías Kcal	Carbohidra- tos Azúcar (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)
Helado + 0 % HMS	200	25.40	4.9 c	9.4	1.1	23
Helado + 2 % HMS	205	25.35	6.1 b	9.5	1.1	24
Helado + 5 % HMS	210	25.30	6.35 a	9.7	1.1	26
Helado + 8 % HMS	213	25.70	6.64 a	9.8	1.2	26
Helado Comercial	216	31.36	5.2 c	11.2	1.0	76

HMS: Harina de larva de mosca soldado

Cálculo de componentes en forma in silico, en proteína se muestran los grupos en cuanto a significancia entre los resultados

#### 4. Discusiones Conclusiones

De los resultados presentados en la figura 2 y en la tabla 1, se puede desprender que la formulación del helado artesanal con adición de 5% de harina de larva de mosca soldado mejora significativamente el contenido

proteico del helado artesanal, sin comprometer el sabor y la apariencia general del helado; estos resultados sugieren una formulación viable para productos de consumo masivo que buscan perfiles nutricionales más saludables, esto indica que la utilización de harina de larva de mosca soldado (*Hermetia illucens*) como fuente de proteína en helados no solo mejora el perfil nutricional del producto, sino que también contribuye a la sostenibilidad alimentaria al aprovechar recursos subutilizados. Esto es particularmente relevante en el contexto de la creciente demanda de fuentes alternativas de proteína, esto se alinea con lo que [9, 10] mencionan, ellos le dan gran importancia al uso de fuentes alternativas de proteína, ya que el crecimiento poblacional así lo demanda, siendo retos tecnológicos el lograr que estas fuentes de proteína alternativas se integren en cuanto al sabor y la apariencia general en los productos alimenticios.

De la misma manera se puede indicar que la formulación con un 5% de sustitución de harina de larva de mosca soldado obtuvo la mejor aceptación sensorial (ver figura 2). Esto indica que es posible incorporar ingredientes no convencionales en alimentos tradicionales sin afectar negativamente la experiencia del consumidor, este punto es también referenciado por [7] que habla de la importancia de vencer la inicial aversión hacia el consumo de insectos, y así buscar un mercado de consumidores que busque alimentos innovadores y de buen contenido proteico, como una disciplina para una alimentación saludable. Por otra parte [6] resalta que el uso de proteínas alternativas para consumo humano, el autor pone gran importancia a este tipo de estudios que buscan innovar productos tradicionales con ingredientes no convencionales. Así las larvas de la mosca soldado negra presentan un gran potencial como fuente sostenible de nutrientes para la alimentación humana, pero enfrentan obstáculos como preocupaciones de seguridad en inocuidad, propiedades tecnológicas, aspectos nutricionales y actitudes de los consumidores [3, 11].

Por otra parte debe también indicarse que para que esta experiencia pueda aplicarse a un nivel comercial, el problema parte de la legislación que norme la forma de crianza de este insecto orientado para consumo humano, en Perú y en general en América latina a falta de esta legislación solo se usa esta fuente de proteína para piensos de alimentos para animales y peces, debe partirse entonces por generar una legislación y/o norma que permita el cultivo de este insecto con parámetros adecuados para destinarlo al uso de la alimentación humana, esto tiene que ver con el tipo de alimentación y confinamiento que se le da a la mosca soldado para que pueda generar las larvas en su proceso de reproducción y tener finalmente larvas inocuas que puedan usarse como aditivo alimentario [12]. Esta experiencia de legislación ya existe en la comunidad europea que tiene normado ya este tipo de cultivo de insectos para formulación de alimentos destinados a humanos. Luego también sería importante trabajar en la integración de proteínas de insectos en helados para tener la innovación en tecnologías de procesamiento y formulación, optimizando la textura y estabilidad del producto final. [13] al respecto menciona que los alimentos enriquecidos con harinas de larva de mosca soldado deben de incorporarse suficientes pasos de descontaminación, como el escaldado y otros tratamientos térmicos para garantizar la seguridad alimentaria. También en algunos estudios se menciona que las grasas de insectos de las larvas de mosca soldado negra y las larvas amarillas del gusano de la harina pueden reemplazar el aceite de soja en las dietas de conejos sin afectar negativamente el rendimiento del crecimiento, la digestibilidad, las características de la mucosa intestinal y la salud [14]

Finalmente se puede concluir que de las pruebas realizadas el nivel adecuado de adición de harina de mosca soldado para tener un adecuado sabor y apariencia general del helado artesanal y la adición significativa de proteína hasta 6.35 % es el tratamiento donde se adicione del 5% de esta harina; La formulación de helados con proteínas a partir de insectos abre una nueva categoría de productos en el mercado de helados, potencialmente atrayendo a consumidores de todos los grupos etáreos y se debe destacar que la producción de proteína de larva de mosca soldado tiene una huella ecológica significativamente menor comparada con las fuentes tradicionales de proteína animal, contribuyendo así a la reducción del impacto ambiental de la industria alimentaria [15].

## 5. Referencias

- [1] Y. Wang and M. Shelomi, "Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food," *Foods*, vol. 6, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/foods6100091>.

- [2] A. J. Smith and J. R. Haines, "Protein Content and Amino Acid Composition of Insect Larvae," *Journal of Food Science*, vol. 58, no. 3, pp. 652-655, 1993.
- [3] K. L. Sprinkle, "Sensory Acceptability of Insect-Based Foods," *Journal of Sensory Studies*, vol. 30, no. 5, pp. 418-425, 2015.
- [4] O. C. Schlüter et al., "Alternative Proteins: Balancing Food Innovation, Nutrition, and Sustainability," *Trends in Food Science & Technology*, vol. 102, pp. 25-38, 2020.
- [5] J. A. Van Zanten et al., "Environmental Impact of Insect-Based Feed Production," *Journal of Cleaner Production*, vol. 87, pp. 47-56, 2015.
- [6] M. Rumpold and O. Schlüter, "Potential and Challenges of Insects as an Innovative Source for Food and Feed Production," *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 17, pp. 1-11, 2013.
- [7] J. F. House, "Consumer Acceptance of Insect-Based Foods in the Netherlands: Academic and Commercial Implications," *Appetite*, vol. 107, pp. 47-58, 2016.
- [8] A. Huis, D. Oonincx, S. Rojo, and J. Tomberlin, "Insectos como alimento: ¿mosca doméstica o mosca soldado negra?," *Revista de Insectos como Alimento y Pienso*, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3920/jiff2020.x003>.
- [9] J. Van Huis et al., "Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security," *FAO Forestry Paper 171*, 2013.
- [10] S. Jagtap, G. Garcia-Garcia, L. Duong, M. Swainson, and W. Martindale, "Codesign of Food System and Circular Economy Approaches for the Development of Livestock Feeds from Insect Larvae," *Foods*, vol. 10, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/foods10081701>.
- [11] L. Bessa, E. Pieterse, J. Marais, y L. Hoffman, "Why for feed and not for human consumption? The black soldier fly larvae," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 19, no. 5, pp. 2747-2763, 2020. [Enlace] <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12609>.
- [12] S. Lu, N. Taethaisong, W. Meethip, J. Surakhunthod, B. Sinpru, T. Sroichak, P. Archa, S. Thongpea, S. Paengkoum, R. Purba, y P. Paengkoum, "Nutritional Composition of Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) and Its Potential Uses as Alternative Protein Sources in Animal Diets: A Review," *Insects*, vol. 13, 2022. [Enlace] <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- [13] L. Bessa, E. Pieterse, J. Marais, K. Dhanani, y L. Hoffman, "Food Safety of Consuming Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae: Microbial, Heavy Metal and Cross-Reactive Allergen Risks," *Foods*, vol. 10, 2021. [Enlace] <https://doi.org/10.3390/foods10081934>.
- [14] L. Gasco, S. Dabbou, A. Trocino, G. Xiccato, M. Capucchio, I. Biasato, D. Dezzutto, M. Birolo, M. Meneguz, A. Schiavone, y F. Gai, "Efecto de la suplementación dietética con grasas de insectos sobre el rendimiento del crecimiento, la eficiencia digestiva y la salud de los conejos," *Revista de Ciencia Animal y Biotecnología*, vol. 10, 2019. [Enlace] <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0309-2>.
- [15] P. Danieli, C. Lussiana, L. Gasco, A. Amici, y B. Ronchi, "The Effects of Diet Formulation on the Yield, Proximate Composition, and Fatty Acid Profile of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Prepupae Intended for Animal Feed," *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, vol. 9, 2019. [Enlace] <https://doi.org/10.3390/ani9040178>



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)

Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 1 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v4.n2.2023

Páginas: 1- 6

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n1.2024.130>

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0005-2347-131X> Jhesmin Katherin Castillo Totocayo, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. [182071@unamba.edu.pe](mailto:182071@unamba.edu.pe).
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-5237-4239> José Simón Molina Llachua, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. [201271@unamba.edu.pe](mailto:201271@unamba.edu.pe)
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-9754-9190> Janeth Soras Nina, Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, [172087@unamba.edu.pe](mailto:172087@unamba.edu.pe)
4. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0002-1233-3286> Sidane Stalyn Borda Vargas, Universidad Micaela Bastidas de Apurímac. [181073@unamba.edu.pe](mailto:181073@unamba.edu.pe)
5. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0003-3337-3762> Víctor Hugo Sarmiento Casavilca, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. [vsarmiento@unamba.edu.pe](mailto:vsarmiento@unamba.edu.pe)

ture, suggesting a significant improvement in air retention and the fluffiness of the cupcakes. The conclusions indicate that ozone not only enhances the physical properties of the dough but can also serve as a sustainable alternative to conventional chemical conditioners, offering an innovative approach in modern baking. This finding has relevant implications for the food industry, promoting healthier and more sustainable practices.

**Keywords:** Ozone, Dough conditioner, Food quality, Baking, Sustainability.

## Aplicación del Ozono como Agente Mejorador en la Elaboración de Masas Panaderas

### Application of Ozone as a Dough Improver in Bread Dough Preparation

Jasmine Castillo-Totocayo<sup>1</sup>, José Molina Llachua<sup>2</sup>, Janet Soras Nina<sup>3</sup>, Borda Vargas<sup>4</sup>, Víctor Hugo Sarmiento Casavilca<sup>5</sup>

#### Resumen.

El presente estudio investiga el uso del ozono (O<sub>3</sub>) como agente mejorador en la elaboración de masas para cupcakes, evaluando su impacto en la calidad del producto final. Se realizaron pruebas sensoriales con diferentes concentraciones de ozono (0, 0.5, 1, 1.5 y 2 ppm) para determinar su efecto en el sabor, textura y apariencia. La metodología incluyó la preparación de masas, seguida de un análisis organoléptico por un panel de expertos. Los resultados mostraron que la concentración de 1.5 ppm de ozono fue la más favorecida, destacándose por su superioridad en sabor y textura, lo que sugiere una mejora significativa en la retención de aire y la esponjosidad de los cupcakes. Las conclusiones indican que el ozono no solo mejora las propiedades físicas de la masa, sino que también puede ser una alternativa sostenible a los mejoradores químicos convencionales, ofreciendo un enfoque innovador en la panadería moderna. Este hallazgo tiene implicaciones relevantes para la industria alimentaria, promoviendo prácticas más saludables y sostenibles.

**Palabras Clave:** Ozono, Mejorador de masas, Calidad de alimentos, Panadería, Sostenibilidad.

**Abstract.** This study investigates the use of ozone (O<sub>3</sub>) as a dough conditioner in the preparation of cupcake batters, evaluating its impact on the quality of the final product. Sensory tests were conducted with different ozone concentrations (0, 0.5, 1, 1.5, and 2 ppm) to determine its effect on flavor, texture, and appearance. The methodology included the preparation of batters, followed by organoleptic analysis by a panel of experts. The results showed that the concentration of 1.5 ppm of ozone was the most favored, standing out for its superiority in flavor and texture, suggesting a significant improvement in air retention and the fluffiness of the cupcakes. The conclusions indicate that ozone not only enhances the physical properties of the dough but can also serve as a sustainable alternative to conventional chemical conditioners, offering an innovative approach in modern baking. This finding has relevant implications for the food industry, promoting healthier and more sustainable practices.

## 1 Introducción

La calidad de los productos de panadería, tales como pan y pasteles, está intrínsecamente ligada a las propiedades organolépticas y tecno funcionales de las masas utilizadas. Entre las características más críticas a nivel sensorial se encuentran el sabor, aroma, textura y apariencia, así como la hidratabilidad durante el amasado, que afecta directamente la estructura y cohesión de la masa [1]. En este contexto, la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y agentes mejoradores es de relevante importancia para la industria panadera y que ayudaría a la implementación de nuevos emprendimientos en la región.

El ozono (O<sub>3</sub>) es una molécula triatómica de oxígeno con un potente poder oxidante, ampliamente empleado en diversas industrias por sus propiedades desinfectantes y de mejora de la calidad de los alimentos [2]. En la industria de panadería, el ozono ha sido explorado como una alternativa a los tratamientos químicos tradicionales debido a su capacidad para modificar las propiedades reológicas de las masas y mejorar la calidad microbiológica de los ingredientes [3].

El objetivo de esta investigación es Evaluar el efecto del ozono como agente mejorador en la elaboración de masas panaderas, específicamente en la producción de cupcakes, considerando parámetros como sabor, textura y apariencia general del producto, así como su capacidad de hidratación durante el proceso de amasado. Este estudio se enfocó en determinar si el ozono puede ser un agente mejorador eficaz de la masa y que no solo mantenga, sino también potencialmente mejore, las características sensoriales y funcionales de los productos finales.

Investigaciones previas han reportado que el ozono puede influir en la estructura de las proteínas del gluten, lo que a su vez afecta la formación de la red de gluten y, por ende, la textura del producto de panadería [4]. Además, el ozono podría alterar la actividad enzimática en la masa, lo que puede tener implicaciones significativas en la fermentación y desarrollo del sabor [5]. Sin embargo, existen limitaciones en la literatura actual respecto a la comprensión completa de estos efectos, especialmente en relación con las propiedades organolépticas y la hidratabilidad de las masas de productos pasteleros como el cupcake.

Por lo tanto, este estudio busca llenar este vacío en el conocimiento al proporcionar una evaluación sensorial de los efectos del tratamiento con ozono en las masas para cupcakes con las masas no tratadas para determinar las diferencias significativas, ya que existen estudios de como el ozono influye en la estructura de la proteína de trigo [6], finalmente es importante tener claro que es necesario moderar la intensidad del tratamiento con ozono, ya que las concentraciones y presiones elevadas pueden tener efectos negativos en la fuerza de la masa y la calidad del pan y pasteles. Un tratamiento excesivo puede llevar a una disminución en la extensibilidad de la masa y afectar negativamente la textura de la masa. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio adecuado en las condiciones de ozonización para maximizar los beneficios sin comprometer la calidad de los productos de panadería [7].

## 2 Método

- a) **Preparación de la masa:** Para hacer la masa del cupcake de la experimentación se usó harina de trigo preparada para pastelería, azúcar rubia, mantequilla, huevos, leudantes, chocolate en polvo y agua; se pesó y preparo la formulación para 4 kilogramos de masa, con una receta estándar para preparar cupcakes, una vez obtenida la masa, esta se dividió en 5 partes iguales, para someterles al tratamiento con el Ozono a concentraciones de (0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm y 2 ppm). Al resultado de estos tratamientos se les caracterizó con medidas fisicoquímicas como pH, Acidez, volumen de la masa.

- b) **Aplicación de ozono:** Para aplicar el ozono se realizó directamente en la masa, para ello se usó un generador de ozono con caudal de producción de 10 litros x minuto: en un recipiente se colocó la masa de cada tratamiento y se le burbujeó el ozono de acuerdo a tratamiento por tiempos de 0, 10, 20 30 40 y 50 segundos, para que se inyecte 0 ppm, 0.5 ppm, 1 ppm, 1.5 ppm, 2 ppm de ozono de acuerdo al modelo del equipo. Asegurando de controlar el tiempo de exposición con el uso de un cronometro.
- c) **Horneado:** Las masas de los 5 tratamientos se colocaron en moldes y se llevaron al horno a 270 °C x 15 minutos, al terminar el proceso de cocción se enfrió y los cupcakes sirvieron para hacer una prueba de aceptabilidad con pruebas afectivas.
- d) **Evaluación Sensorial:**
- Selección de Panelistas, se contó con 25 de panelistas denominados consumidores para hacer pruebas afectivas que evalúen las características sensoriales de los cupcakes.
  - Diseño de la Prueba Sensorial, se usó una prueba preferencia y aceptación con consumidores de forma afectiva (Con una escala hedónica de 5 puntos) para evaluar sabor, textura y apariencia del cupcake.
- e) **Análisis Estadístico:**
- Se usaron las siguientes técnicas estadísticas para analizar los datos obtenidos.
- Prueba de Kruskal-Wallis, para comparar las diferencias entre las diferentes concentraciones de ozono.
  - Pruebas Post-Hoc (Tukey), para identificar qué concentraciones presentan diferencias significativas y hacer el ordenamiento por ranking y escoger el mejor tratamiento.

### 3 Resultados

#### 3.1 Características físico químicas de la masa con tratamiento de ozono.

A las 5 masas de los tratamientos se les realizó pruebas de sus características fisicoquímicas, antes del horneado, los datos se presentan en la siguiente tabla:

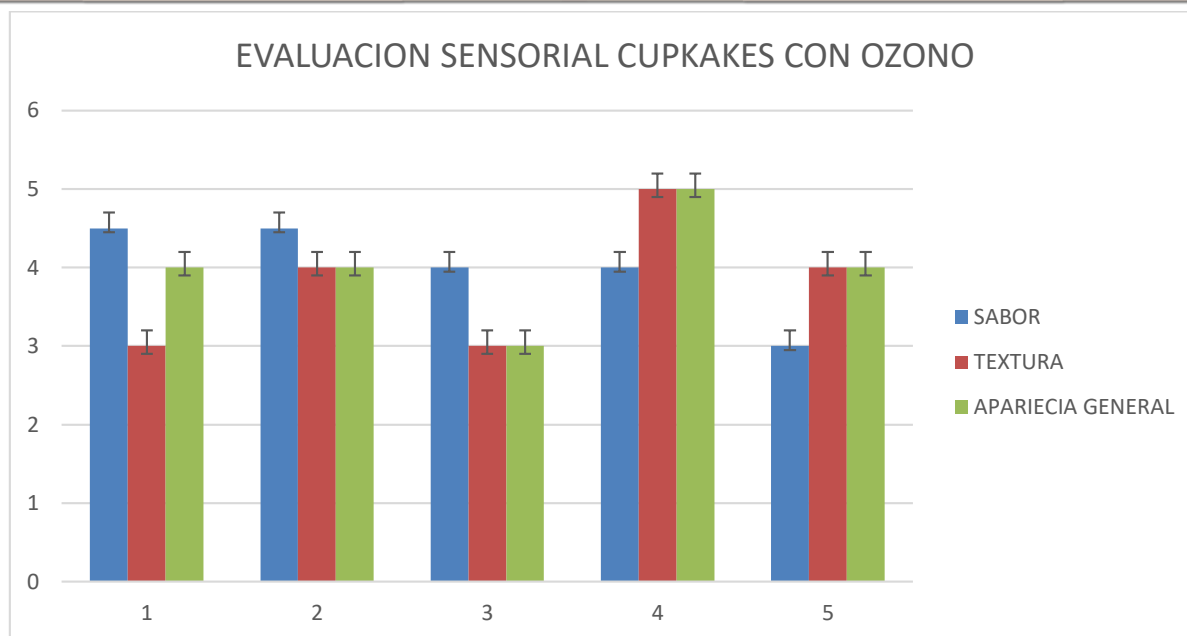
**Tabla1. Características de la masa con tratamiento de ozono.**

Tratamiento	pH	Acides titulable % ácido acético	Humedad %
Masa con 0 ppm ozono	5.6 ± 0.02	0.2 ± 0.01	55% ± 2
Masa con 0.5 ppm ozono	5.6 ± 0.01	0.21 ± 0.02	55% ± 0.5
Masa con 1 ppm ozono	5.5 ± 0.01	0.25 ± 0.01	54% ± 1.1
Masa con 1.5 ppm ozono	5.4 ± 0.03	0.26 ± 0.001	55% ± 0.7
Masa con 2.0 ppm ozono	5.4 ± 0.05	0.30 ± 0.2	55% ± 0.8

Las SD son de tres repeticiones.

#### 3.2 Evaluación sensorial.

La evaluación sensorial de los 5 tratamientos con ozono, se efectuó con panelistas que degustaron el cupcake y sus resultados se presentan en el siguiente gráfico.



**Fig. 1.** Resultados del análisis sensorial para los cupcakes tratados con ozono.

Donde: 1 tratamiento con 0 ppm ozono; 2 tratamiento con 0.5 ppm ozono, 3 tratamiento con 1.0 ppm ozono, 4 tratamiento con 1.5 ppm ozono y 5 tratamiento con 2.0 ppm ozono.

En cuanto a las características fisicoquímicas de la masa sometida a los diversos tratamientos con ozono, se ha observado que las características evaluadas permanecen muy estables. El pH se mantiene entre 5.4 y 5.6, mientras que la acidez titulable se expresa en un porcentaje de ácido acético de 0.3%. En lo que respecta al volumen de la masa, no se detectan diferencias significativas entre los tratamientos cuando la masa está cruda, ya que, en ese estado, no se presenta una hinchazón considerable, a diferencia de lo que se observa al cocinarla. Sin embargo, el ozono, al ser un agente oxidante fuerte, puede inducir reacciones químicas con los grupos tiol (-SH) de las proteínas del gluten en la harina de trigo, específicamente con los aminoácidos gliadina y glutenina, que son las principales proteínas responsables de la formación de la red de gluten. Esta oxidación genera puentes disulfuro (S-S), y la reacción de los grupos tiol puede dar lugar a la formación de enlaces covalentes entre las cadenas de proteínas, creando puentes disulfuro. Estos enlaces fortalecen la red de gluten, mejorando su elasticidad y capacidad de retención de aire, tal como se menciona en [8]. Estas reacciones, producto de la oxidación causada por el ozono en la masa, podrían explicar las diferencias observadas en el volumen del cupcake horneado, donde se detectó una diferencia significativa en dichos volúmenes. Esta característica de hinchazón del producto horneado influye en la apariencia general del producto final. Así, el tratamiento con ozono ha demostrado mejorar las propiedades reológicas de la masa, reduciendo el tiempo de fermentación y horneado, y mejorando la calidad del producto, especialmente en harinas de trigo de baja calidad; estas mismas observaciones fueron reportadas en [11].

Por otro lado, en la evaluación sensorial realizada, se observó que el tratamiento con 1.5 ppm de ozono mejora la miga del producto horneado, reflejándose en un mayor puntaje en sabor (puntaje de 5), textura (puntaje de 5) y apariencia general (puntaje de 4). Es importante destacar que la aplicación de ozono en la masa del cupcake también puede afectar la microestructura de la miga, logrando una mayor uniformidad probablemente debido a la acción en la red de gluten. Se ha encontrado que el ozono contribuye a una miga más uniforme y consistente, lo que mejora la experiencia sensorial del consumidor al morder el producto. Este hallazgo es mencionado en [9], donde se señala que el tratamiento con ozono resulta en una red de gluten bien formada, evitando que la miga sea densa, un problema común en productos de panadería con un débil desarrollo del gluten. Al respecto, [12] menciona que el ozono afecta la solubilidad de las proteínas, aumentando la proporción de proteínas poliméricas insolubles, lo que puede mejorar la fuerza y tenacidad de la masa. Sin embargo, se debe tener cuidado con la intensidad del tratamiento, ya que un contacto excesivo con el ozono puede afectar negativamente a la masa. Aunque los mejoradores de la reología de la masa contribuyen a la calidad del pan al mejorar la reticulación de proteínas, sus mecanismos subyacentes y su posible toxicidad requieren más investigación [14, 15].

Finalmente, la oxidación provocada por el ozono en la masa puede facilitar la interacción de las grasas y azúcares, mejorando la emulsificación y, por ende, la textura y el sabor del cupcake, además de lograr una mejor retención de humedad. Esto se traduce en una textura más tierna y menos propensa a la resequeidad del producto horneado [10, 13].

De los datos obtenidos, se puede concluir que el mejor tratamiento para mejorar la masa del cupcake con ozono fue el de 1.5 ppm, el cual se logró mediante un burbujeo de 40 segundos en la masa a un caudal de 10 L/s con el equipo utilizado. Esto contribuyó a una mejor hinchazón del producto final, lo cual fue bien recibido por el panel sensorial.

## 4 Referencias

- [1] R. G. de P. S. Franco, A. C. S. Oliveira y D. S. da Silva, "Influencia de los hidrocoloides en la elaboración de pan: una revisión", *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, vol. 39, no. 1, pp. 1-8, 2019.
- [2] A. B. Carmichael, S. N. Khan, and M. T. Kelly, "Ozone Technology for Food Processing: A Comprehensive Review," *International Journal of Food Microbiology*, vol. 270, pp. 1-14, 2018.
- [3] L. M. Gomez, J. B. Sanjuan, and C. P. Laguna, "Effects of Ozone Treatment on Wheat Flour and Dough Properties," *Journal of Cereal Science*, vol. 85, pp. 1-8, 2019.
- [4] M. H. Khan, A. S. Kader, and S. N. Hossain, "Impact of Ozone on Gluten Protein and Dough Rheology in Breadmaking," *Food Chemistry*, vol. 241, pp. 1-7, 2018.
- [5] N. J. M. Silva, K. R. F. Sant'Ana, and M. C. M. Oliveira, "Enzymatic Changes in Dough Treated with Ozone," *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 44, no. 2, pp. e14472, 2020.
- [6] F. M. Morales, P. M. Rodriguez, and G. S. Lopez, "Organoleptic and Functional Properties of Ozone-Treated Bakery Products," *Food Research International*, vol. 132, pp. 109060, 2020.
- [7] F. Violleau et al. "Efecto del proceso de ozonización del trigo Oxygreen® en la calidad de la masa de pan y la solubilidad de las proteínas". *Revista de Ciencia de los Cereales*, 55 (2012): 392- 396  
<https://doi.org/10.1016/J.JCS.2012.01.014>.  
<https://doi.org/10.1016/J.JCS.2012.01.014>.
- [8] Sholpan Tursunbayeva et al. "Desarrollo de una tecnología de cavitación ion-ozono altamente eficiente para la producción acelerada de pan". *Informes Científicos*, 11 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98341-w>.
- [9] R. Sharma et al. "Influencia de la ozonización en la funcionalidad de la harina de cereales y las características de la masa: una revisión". *Ozono: Ciencia e Ingeniería*, 43 (2021): 613 - 636. <https://doi.org/10.1080/01919512.2021.1898337>.
- [10] Wei Zhang et al. "Efecto de la intensidad del tratamiento con ozono en la propiedad de pegado, la composición de proteínas y la calidad del pan cocido al vapor de la harina de trigo tratada con ozono". *Revista de Calidad de los Alimentos* (2022). <https://doi.org/10.1155/2022/1584656>.
- [11] A. Iztayev, S. Tursunbayeva, S. Zhiyenbayeva, G. Iskakova, A. Matibayeva, R. Izteliyeva, y M. Yakiyayeva, "Highly Efficient Technology for Making Bread Using an Ion-ozone Mixture," *International Journal of Technology*, vol. 14, no. 4, 2023. [Enlace] <https://doi.org/10.14716/ijtech.v14i4.4242>. F.
- [12] W. Zhang, H. Wang, L. Li, X. Zeng, Z. Shu, y P. Wang, "Effect of Ozone Treatment Intensity on Pasting Property, Protein Composition, and Steamed Bread Quality of Ozone-Treated Wheat Flour," *Journal of Food Quality*, vol. 2022, Article ID 1584656, 2022. [Enlace] <https://doi.org/10.1155/2022/1584656>.

[13] I. Akkozha, A. Iztayev, B. Iztayev, R. Mukhtarkhanova, y M. Yakiyayeva, "Accelerated technology for bread preparation using activated water," *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 2023, Article ID 1881. [Enlace] <https://doi.org/10.5219/1881>.

[14] Z. Liang, J. Gao, P. Yu, y D. Yang, "History, mechanism of action, and toxicity: a review of commonly used dough rheology improvers," *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 63, pp. 947-963, 2021. [Enlace] <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1956427>.

[15] S. Tursunbayeva, A. Iztayev, A. Mynbayeva, M. Alimardanova, B. Iztayev, y M. Yakiyayeva, "Development of a highly efficient ion-ozone cavitation technology for accelerated bread production," *Scientific Reports*, vol. 11, 2021. [Enlace] <https://doi.org/10.1038/s41598-021-98341-w>.



Revista Micaela

ISSN: 2955-8646 (en línea) / 2709-8990 (Impresa)  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 5 Num. 1 (2024) - Publicado: 22/03/24

DOI: 10.57166/micaela.v4.n2.2023

Páginas: 1- 6

Recibido 20/08/2024; Aceptado 04/09/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n1.2024.130>

**Autores:**

1. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0009-9144-8399>, Valenzuela Cayturo Evelyne, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe, 182117@unamba.edu.pe.
2. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0003-2248-1263> Cruz Chipane Yolida, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe, 182214@unamba.edu.pe.
3. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0008-0425-4143> Huilcahua Sierra Dorca Betzabe, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe, 184574@unamba.edu.pe.
4. **ORCID iD** <https://orcid.org/0009-0004-4496-9478> Peña Huallpa Carmen Rosa, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe, 192093@unamba.edu.pe.
5. **ORCID iD** <https://orcid.org/0000-0002-5571-847X> Pillaca Vilca Luis Antonio, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú–Pe, lpillaca@unamba.edu.pe.

### Abstract

This study aims to investigate the development of accelerated testing methods for evaluating the shelf life of a product referred to as colored cream honey. The objective is to identify techniques and methodologies that reliably predict the durability of the product under controlled conditions.

An experimental approach will be employed using samples of cream honey, and various physicochemical analysis methods will be proposed to evaluate changes in key properties such as viscosity, color, and the content of Hydroxymethylfurfural (HMF), among others. The results obtained will allow for the determination of the degradation kinetics of the product and, based on this analysis, calculate the time during which cream honey maintains adequate consumer acceptance. This work not only contributes to the scientific knowledge regarding the stability of apicultural products but also supports the economic activity of regional beekeeping by providing practical tools that ensure product quality and safety throughout its shelf life. Finally, it is emphasized that this work was presented in the Scientific Poster category at FERCYT UNAMBA 2024.

**Keywords:** cream honey, shelf life, accelerated testing, quality, beekeeping.

## Desarrollo de Métodos de Pruebas Aceleradas para Evaluar la Vida Útil caso Miel Crema: Preguntas de Investigación y Desafíos

### Development of Accelerated Testing Methods to Evaluate the Shelf Life of Cream Honey: Research Questions and Challenges

Valenzuela Cayturo Evelyne<sup>1</sup>, Cruz Chipane Yolida<sup>2</sup>, Huilcahua Sierra Dorca Betzabe<sup>3</sup>, Peña Huallpa Carmen Rosa<sup>4</sup> y Luis Antonio Pillaca Vilca<sup>5</sup>

**Resumen:** Este estudio tiene como objetivo investigar el desarrollo de métodos de pruebas aceleradas para la evaluación de la vida útil de un producto denominado miel crema coloreada. Se busca identificar técnicas y metodologías que permitan predecir de manera fiable la durabilidad del producto bajo condiciones controladas.

Para ello se empleará un enfoque de tipo experimental que utilizará muestras de miel crema, y se propondrán diversos métodos de análisis fisicoquímico para evaluar los cambios en propiedades clave, tales como la viscosidad, el color, el contenido de Hidroxi-metil furfural HMF, entre otros. Los resultados que se obtengan permitirán determinar el tipo de cinética de degradación del producto y, a partir de este análisis, calcular el tiempo en el cual la miel crema mantiene una aceptación adecuada por parte del consumidor. Este trabajo no solo contribuye al conocimiento científico sobre la estabilidad de productos apícolas, sino que también apoya la actividad económica de la apicultura regional al proporcionar herramientas prácticas que aseguren la calidad y seguridad del producto a lo largo de su vida útil, finalmente se resalta que este trabajo fue presentado en la categoría Poster científico en el FERCYT UNAMBA 2024.

**Palabras clave:** miel crema, vida útil, pruebas aceleradas, calidad, apicultura.



## 1 Introducción

La miel crema, es un derivado apícola con una textura suave y cremosa, ha ganado popularidad entre los consumidores debido a sus propiedades organolépticas únicas y su facilidad de uso, ya que posee una textura untable. Sin embargo, la estabilidad en el tiempo de esta textura y otras propiedades de calidad durante el almacenamiento son aspectos críticos que requieren una comprensión profunda. En particular, la influencia que tiene la temperatura en el proceso de la cristalización y la estabilidad de la miel crema, este es un tema de gran interés para los apicultores en general, ya que estos factores pueden afectar significativamente su vida útil.

La vida útil es un aspecto esencial en la industria alimentaria, ya que garantiza que los productos mantengan su calidad y seguridad en cuanto a inocuidad hasta el momento de consumo. Para su determinación existen varios métodos, pero los métodos que aplican pruebas aceleradas son mayormente utilizados para estimar la vida útil de los productos alimentarios en un tiempo reducido. Estos métodos someten al producto evaluado a condiciones más severas de las que experimentarían en un almacenamiento normal. Aunque se ha demostrado que la temperatura puede tener un impacto significativo en la cristalización y estabilidad de la miel de abeja y de sus derivados apícolas, la mayoría de estos estudios se han centrado en la miel líquida, dejando un vacío en el conocimiento sobre cómo la temperatura influye en la miel crema y otros derivados apícolas durante su vida útil [1].

El objetivo principal de este estudio es determinar las cinéticas de degradación de la miel crema y, a partir de esta cinética, determinar la vida útil del producto denominado miel crema. Para lograr esto, se plantea aplicar pruebas aceleradas que evalúen la influencia de la temperatura sobre el proceso de cristalización y la estabilidad de la miel crema. El desarrollo de este estudio es fundamental para llenar el vacío de información existente sobre la influencia de la temperatura en la cristalización y estabilidad de la miel crema durante su vida útil. Este conocimiento es crítico para los productores de miel crema, ayudándoles a optimizar sus procesos de almacenamiento y mejorar la calidad del producto final para beneficio de los consumidores. Además, las pruebas aceleradas permiten simular condiciones extremas que pueden afectar la calidad y seguridad de los productos, facilitando la identificación de factores que influyen en su deterioro [2]. Las pruebas aceleradas son esenciales para predecir el comportamiento de los productos a lo largo del tiempo sin necesidad de esperar largos períodos de almacenamiento. Estos métodos son especialmente valiosos en industrias como la alimentaria, donde la vida útil es crucial para la seguridad del consumidor y la rentabilidad del producto. Además, ayudan a cumplir con regulaciones y estándares de calidad, asegurando que los productos cumplan con las expectativas y requisitos del mercado.

Investigaciones previas han demostrado que la temperatura puede tener un impacto significativo en la cristalización y estabilidad de la miel de abeja y sus derivados apícolas. Por ejemplo, se ha mencionado que la miel almacenada a temperaturas elevadas tiende a cristalizar más rápidamente [1]. Además, se ha observado que las temperaturas extremas pueden degradar los componentes bioactivos de la miel, afectando su calidad nutricional [2]. También se ha reportado que la miel almacenada a temperaturas superiores a los 25°C presenta una cristalización acelerada [3]. Por otra parte, es necesario considerar que las temperaturas extremas pueden alterar significativamente la estabilidad química de los azúcares (principalmente fructosa y sacarosa) y otros componentes polifenólicos de la miel, afectando su estabilidad y calidad [4]. Aunque existe información sobre la miel de abeja y su comportamiento en condiciones de almacenamiento, hay una marcada carencia de estudios específicos sobre el derivado apícola denominado miel crema, no hay un estudio aún de su vida útil bajo condiciones de pruebas aceleradas, esto destaca la necesidad de investigaciones centradas en este producto.

Para hacer un estudio de vida útil de este producto en particular se debe tener en consideración que habrá de superar ciertos posibles desafíos como son:

1. Control de Condiciones Experimentales: Mantener las condiciones de temperatura, humedad y luz constantes en el tiempo puede ser complicado, pero para ello se utilizarán cámaras climáticas y sensores de alta sensibilidad como las termocuplas.
2. Replicabilidad y Escalabilidad: Asegurar que los resultados sean replicables y escalables a nivel industrial. Para esto, se diseñarán experimentos con muestras representativas y se utilizarán métodos estandarizados o normados según las normas técnicas peruanas correspondientes a la miel de abeja.
3. Interferencias Analíticas: La complejidad de la matriz que acompaña a la miel, como el alto contenido de polifenoles, puede interferir en los análisis. Para esto, se utilizarán métodos de separación y purificación adecuados antes del análisis [8].

4. **Compatibilidad de Materiales de Empaque:** La interacción entre la miel y los materiales de envasado podría afectar los resultados. Para ello, se realizarán estudios preliminares de compatibilidad y se trabajará con vidrio, que es un material inerte química y físicamente para la miel [9].
5. **Costo y Tiempo:** Las pruebas aceleradas pueden ser costosas y consumir tiempo. Por tanto, se optimizarán los protocolos experimentales para reducir costos y tiempo sin comprometer la calidad de los resultados [4].

Así se tiene que la vida útil de un producto alimenticio se define como el período durante el cual el producto mantiene su calidad óptima y es seguro para el consumo. Este concepto está influenciado por factores como la composición química, las condiciones de almacenamiento y el envase del producto. Según el Codex Alimentarius, la vida útil se puede determinar mediante estudios de estabilidad que evalúan cambios en propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas a lo largo del tiempo [11]. La evaluación de la vida útil de los alimentos siempre ha representado un desafío emocionante para los científicos, pero también es un proceso fundamental para que las empresas alimentarias mantengan su reputación de marca en el mercado. Las pruebas de vida útil implican el seguimiento de los cambios en el indicador de agotamiento de la calidad durante el almacenamiento, en condiciones que prevean razonablemente la situación esperada en la estantería del mercado. Sin embargo, cuando el agotamiento de la calidad avanza con bastante lentitud en las condiciones reales de almacenamiento, se pueden adoptar metodologías de prueba para la determinación de la vida útil en condiciones de almacenamiento acelerado. Esta metodología de prueba se denomina universalmente prueba de vida útil acelerada y cuando se aplica correctamente, permite reducir el tiempo necesario para estimar la vida útil del producto [12].

Por tanto, el desarrollo de este estudio contribuirá de manera significativa al conocimiento existente y proporcionará información crítica para los productores de miel crema. Esto les permitirá optimizar sus procesos de almacenamiento y mejorar la calidad del producto final, beneficiando así a los consumidores.

## 2 Método

### 2.1. Tipo y Diseño de la investigación:

El tipo de investigación será aplicada de tipo experimental cuantitativa, ya que se manipulará condiciones extremas de temperatura y humedad a las muestras para poder determinar la vida útil y se recopilará valores de las variables dependientes en estudio.

### 2.2. Instrumentos de recolección de datos

- a) **Instrumentos de medición:** Para el estudio se usarán los siguientes instrumentos de estudio.
  - Cromatógrafo líquido con detector de arreglo de diodos (DAD): Para medir el contenido de HMF (Hidroxi metil furfural) en la miel.
  - Viscosímetro de Ostwald rotacional: Para medir la viscosidad de la miel crema.
  - Colorímetro: Para medir el color de la miel crema.

### 2.3. El procedimiento

#### a) Análisis de Viscosidad

**Instrumentación:** Se utilizará un viscosímetro de Ostwald rotacional con un accesorio denominado cilindro para líquidos no newtonianos.

**Procedimiento:** Se tomará una muestra de 20 g de miel crema y se colocará en la porta muestra del viscosímetro y las mediciones se realizarán a 20°C. con intervalos de 0, 15, 30, 45 y 60 días para obtener las cinéticas de degradación del producto. El parámetro a evaluar es la viscosidad aparente expresada en pascales (Pas) a diferentes velocidades de corte.

#### b) Análisis de Hidroxi metil furfural HMF

**Instrumentación:** Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detector DAD.

**Procedimiento:** Se extraerán 5 g de miel crema y se disolverán en 25 ml de agua destilada tipo I. La solución se filtrará antes del análisis con ayuda de un filtro jeringa de 5 micras de polipropileno.

Las muestras se analizarán a intervalos de 0, 15, 30, 45 y 60 días. Las condiciones de lectura del compuesto en el cromatógrafo líquido incluirán una columna cromatográfica C18 con tamaño de poro de 2 micras, se usará como fase móvil agua y metanol (90:10 v/v) y se leerá el espectro a una longitud de onda de detección de 285 nm. El parámetro a evaluar será la Concentración de HMF expresada en mg/kg.

### c) Análisis de Color

**Instrumentación:** Espectrofotómetro de reflexión.

**Procedimiento:** Se extraerán 5 g de miel crema y se disolverán en 25 ml de agua destilada tipo I. La solución se filtrará antes del análisis con ayuda de un filtro jeringa de 5 micras de polipropileno.

Las muestras se analizarán a intervalos de 0, 15, 30, 45 y 60 días. Las condiciones de lectura del compuesto en el cromatógrafo líquido incluirán una columna cromatográfica C18 con tamaño de poro de 2 micras, se usará como fase móvil agua y metanol (90:10 v/v) y se leerá el espectro a una longitud de onda de detección de 285 nm. El parámetro a evaluar será la Concentración de HMF expresada en mg/kg.

### d) Análisis de Datos

- **Viscosidad:** Se graficarán los valores de viscosidad en función del tiempo para cada temperatura. Se utilizarán modelos reológicos para evaluar el comportamiento de la viscosidad con el tiempo y la temperatura.
- **HMF:** Se calculará la cinética de formación de HMF utilizando modelos de regresión lineal y exponencial. Se determinarán las constantes de velocidad de reacción y los tiempos de vida útil estimados para cada temperatura.
- **Color:** Se evaluarán los cambios en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  a lo largo del tiempo. Se utilizarán análisis multivariados para determinar la significancia de los cambios de color en función de la temperatura y el tiempo.

## 2.4. Población y muestra

- Población: Está compuesta por la miel producida en la provincia de Abancay.
- Muestra: se tomará 100 kilos de miel seleccionados al azar de la población, esta cantidad garantiza poder realizar todas las experimentaciones que se plantean.

## 2.5. Diseño Estadístico

a) Diseño experimental: se trabajará con un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos (temperaturas de almacenamiento de 5, 15 y 25 °C).

b) Pruebas estadísticas

- Análisis de varianza (ANOVA): Para determinar si existen diferencias significativas en las variables de interés (HMF, viscosidad y color) entre las diferentes temperaturas de almacenamiento.
- Pruebas post hoc (Tukey): Para realizar comparaciones múltiples y determinar cuáles temperaturas de almacenamiento son significativamente diferentes entre sí.
- Regresión lineal: Para modelar la relación entre el tiempo de almacenamiento y las variables de interés.
- Factores que analizar

**HMF (Hidroxi metil furfural):** Indicador de frescura y calidad de la miel. Se analizará utilizando un espectrofotómetro.

**Viscosidad:** Propiedad física importante que afecta la textura y percepción sensorial del producto. Se analizará utilizando un viscosímetro.

**Color:** Propiedad sensorial importante que puede influir en la aceptación del producto por parte del consumidor. Se analizará utilizando un colorímetro.

## 2.6. Consideraciones Finales

El desarrollo de estas metodologías permitirá establecer un marco robusto para evaluar la vida útil de la miel crema bajo condiciones aceleradas. La influencia de la temperatura y la humedad en la cristalización, estabilidad y calidad del producto se podrá cuantificar de manera precisa, proporcionando información crítica para la industria. Estos datos ayudarán a optimizar las condiciones de almacenamiento y garantizar la calidad del producto final hasta el punto de consumo

## Referencias

- [1] T. Karabagias, N. Badeka, and M. G. Kontakos, "Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical and botanical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics," *Food Chemistry*, vol. 146, pp. 548-557, 2014.
- [2] I. Escriche, F. Visquert, M. Juan-Borrás, and L. F. Fito, "Effect of simulated industrial thermal treatments on the physicochemical and antioxidant characteristics of honey," *Food Chemistry*, vol. 142, pp. 135-143, 2014.
- [3] E. Cianciosi, M. Forbes-Hernández, and M. Afrin, "Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review," *Molecules*, vol. 23, no. 9, p. 2322, 2018.
- [4] A. S. Khalil, S. Moniruzzaman, and M. Boukraâ, "Physicochemical and antioxidant properties of Algerian honey," *Food Bioscience*, vol. 11, pp. 85-92, 2015.
- [5] A. Tornuk, E. Karaman, F. Ozturk, M. T. Toker, and P. Tastemur, "Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile," *LWT - Food Science and Technology*, vol. 60, no. 1, pp. 475-481, 2015.
- [6] Codex Alimentarius, "Principles for the Establishment and Application of Microbiological Criteria for Foods," FAO/WHO, 2021.
- [7] S. Calligaris, L. Manzocco, M. Anese, and M. C. Nicoli, "Accelerated shelf life testing," in *Food Quality and Shelf Life*, C. M. Galanakis, Ed. Academic Press, 2019, pp. 359-392. doi: 10.1016/B978-0-12-817190-5.00012-4.
- [8] J. S. da Silva, T. A. Anjos, and M. T. T. dos Santos, "Influence of temperature and storage time on the physicochemical properties and colour of honey," *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 53, no. 12, pp. 2510-2517, 2018.
- [9] A. S. de Almeida-Muradian, S. S. Stramm, and L. S. Horita, "Thermal treatment effects on physicochemical characteristics of honeys from *Melipona subnitida* and *Apis mellifera*," *Journal of Apicultural Research*, vol. 53, no. 1, pp. 49-56, 2014.
- [10] O. M. El Sohaimy, S. S. Masry, and M. S. Shehata, "Physicochemical characteristics of honey from different origins," *Annals of Agricultural Sciences*, vol. 60, no. 2, pp. 279-287, 2015.
- [11] M. A. Azeredo, M. A. Azeredo, and L. M. Souza, "Effect of storage conditions on honey physicochemical properties," *Food Chemistry*, vol. 104, no. 4, pp. 1411-1416, 2017.
- [12] L. Chen, G. Meena, and A. K. Nayak, "Thermal degradation kinetics of bioactive compounds and antioxidant activity in honey," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 55, no. 1, pp. 315-322, 2018.
- [13] Alarcón C R, 2024 Tesis "Estudio de parámetros óptimos para obtener un derivado apícola denominado miel crema". Universidad Nacional Micaela Bastidas de Purímac - Perú.

[14] M. C. Nicoli, "Shelf life of food products," in *\*Food Quality and Shelf Life\**, Elsevier Inc., 2012. DOI:  
10.1016/B978-0-12-817190-5.00012-4.

[15] G. L. Robertson, *\*Food Packaging and Shelf Life: A Practical Guide\**, CRC Press, 2009.



Revista Micaela  
Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Vice Rectorado de Investigación – Perú

Vol. 6 Num. 1 (2025) - Publicado: 01/10/25  
<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025>  
Páginas: 79 - 84  
Recibido 23/12/2025; Aceptado 30/12/2024

<https://doi.org/10.57166/micaela.v6.n1.2025.180>

Edición Especial: FERCYT UNAMBA - 2024

Autores:

1. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0007-2325-2410>  
Angela Brigit Cruzado-Meza, Estudiante de pregrado de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú—Pe 211067@unamba.edu.pe
2. ORCID ID <https://orcid.org/0009-0006-3449-2957>  
María Rosa Ccorahua-Sequeiros, Docente de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac Perú—Pe mrccorahua@unamba.edu.pe

## Aceptabilidad de un yogurt griego probiótico con jalea de mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) y maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)

### Acceptability of probiotic greek yogurt with yellow mashua jelly (*Tropaeolum tuberosum*) and passion fruit (*Passiflora edulis flavicarpa*)

Angela Brigit Cruzado-Meza<sup>1</sup> y María Rosa Ccorahua-Sequeiros<sup>2</sup>

**Resumen.** El presente trabajo titulado Aceptabilidad de yogurt griego probiótico con jalea de mashua amarilla y maracuyá tiene como objetivo principal evaluar la aceptabilidad organoléptica del producto, analizando características como sabor, textura y apariencia, en diferentes concentraciones de mashua y maracuyá en la jalea (M1: 70% mashua y 30% maracuyá; M2: 60% mashua y 40% maracuyá). Para ello, se realizaron pruebas sensoriales con un grupo de 30 panelistas no entrenados, quienes evaluaron el producto mediante la escala hedónica con puntuaciones del 1 al 5. Los resultados indicaron que el yogurt con jalea que contenía 70% mashua y 30% maracuyá fue el más aceptado, destacándose por su sabor equilibrado, textura cremosa y color atractivo. Los panelistas calificaron positivamente su aroma, sabor ligeramente ácido y dulce, y su consistencia homogénea. Este estudio resalta el potencial de la combinación de ingredientes nativos y autóctonos de la región, los cuales ofrecen una opción saludable y atractiva para los consumidores, con un alto valor en la industria alimentaria.

**Palabras Clave:** Yogurt griego, mashua, jalea, potencial.

**Abstract.** The main objective of this work entitled Acceptability of probiotic Greek yogurt with yellow mashua and passion fruit jelly is to evaluate the organoleptic acceptability of the product, analyzing characteristics such as flavor, texture and appearance, in different concentrations of mashua and passion fruit in the jelly (M1: 70 % mashua and 30% passion fruit; M2: 60% mashua and 40% passion fruit). For this, sensory tests were carried out with a group of 30 untrained panelists, who evaluated the product using the hedonic scale with scores from 1 to 5. The results indicated that yogurt with jelly containing 70% mashua and 30% passion fruit was the most accepted, standing out for its balanced flavor, creamy texture and attractive color. The panelists rated positively its aroma, slightly acidic and sweet flavor, and its homogeneous consistency. This study highlights the potential of combining native and autochthonous ingredients from the region, which offer a healthy and attractive option for consumers, with high value in the food industry.

**Key words:** Greek yogurt, mashua, jelly, potential.

## 1 Introducción

El yogurt griego ha ganado popularidad en los últimos años debido a sus beneficios nutricionales, entre los que destacan su alto contenido de proteínas y probióticos, los cuales favorecen la salud intestinal y el sistema inmunológico donde el consumo de yogur puede ayudar a mejorar la ingesta de algunas vitaminas y minerales deficitarios, como parte de una dieta energéticamente bien balanceada [1] En este contexto, la incorporación de ingredientes funcionales y nativos, como la Mashua Amarilla (un tubérculo andino), ha despertado el interés por su valor nutricional y propiedades beneficiosas para la salud, como su alto contenido de antioxidantes y fibra dietética. Su consumo, especialmente después de exponerse al sol, mejora su sabor. Contiene antocianinas, destacándose la variedad morada, y posee propiedades antioxidantes, beneficiosas para problemas cardiovasculares, anemia, agudeza visual y cálculos renales. Además, es conocida por su capacidad anticancerígena [2] Por otro lado, el maracuyá, una fruta tropical de sabor característico, es conocida por su aporte de vitaminas, minerales y compuestos bioactivos que promueven la salud cardiovascular y digestiva. En la actualidad la producción de maracuyá no está siendo aprovechada al máximo como la de otras frutas las cuales hay una variedad muy grande de productos, esta fruta tiene un potencial muy elevado ya que tiene propiedades



únicas las cuales le dan un sabor y un gusto diferente al de las demás frutas [3]. Además, contiene una cantidad significativa de fibra, que es esencial para la salud digestiva y la regulación del tránsito intestinal [4].

A pesar de que el yogur griego es reconocido por sus beneficios para la salud, como la mejora de la digestión y el fortalecimiento del sistema inmunológico [5]. Aun así, existe una carencia informativa sobre los ingredientes nativos y funcionales, como la jalea de Mashua Amarilla y maracuyá, los cuales influyen en la aceptación del yogurt en términos de sabor, textura y apariencia y percepción general de los consumidores.

Por ello este trabajo busca analizar la aceptabilidad del yogurt griego probiótico combinado con jalea de Mashua Amarilla y maracuyá, evaluando las percepciones sensoriales y las preferencias de los consumidores ante este nuevo producto. Se espera que los resultados nos proporcionan información valiosa para la industria alimentaria, especialmente en lo que respecta a la aceptación de alimentos funcionales con ingredientes autóctonos, que no sólo ofrecen beneficios para la salud, sino que también sean bien recibidos por los consumidores. Donde la jalea de mashua que es parte esencial de este producto elaborado a partir de pulpa, zumo, combinados con azúcares o edulcorantes como la miel, sin agua [6]. Además, la jalea de mashua le aporta un valor nutritivo agregado responde a la tendencia de los consumidores actuales que prefieren productos orgánicos y nutritivos y se interesan más por la cadena productiva que hay detrás de ellas [7].

El objetivo de este trabajo es evaluar la aceptabilidad del yogurt griego probiótico con jalea de mashua y maracuyá analizando las características organolépticas del producto como (sabor, textura, apariencia), en diferentes porcentajes de mashua en la jalea.

Mediante este trabajo se busca incorporar ingredientes andinos en productos lácteos, esto no solo representa una estrategia de innovación alimentaria, sino también una oportunidad para revalorizar productos agrícolas locales, generando alternativas de desarrollo para pequeños productores y contribuyendo a la seguridad alimentaria regional.

## 2 Método

**2.1 Elaboración del yogurt griego probiótico:** Comienza con la recepción de la leche donde la leche se sometió a pasteurización llegando a 85°C por 15 minutos con la condición de eliminar la carga microbiana. Posterior a esto se deja enfriar hasta que este alcance a una temperatura de 42°C a 45°C para inocular el cultivo láctico e incubar a 42 °C por 5 a 8 horas cumplido el tiempo se deja enfriar hasta 8°C, para eliminar el suero presente finalizando con el batido [8]

**2.2 Formulación de la jalea de mashua y maracuyá:** Para la elaboración de la jalea se desinfecta y se lava bien la mashua, seguidamente se pasa a cocción hasta que esta esté bien cocida y así poder obtener el puré, se mezcla con azúcar y zumo de maracuyá para que estos se integren muy bien, así obtenemos una mezcla homogénea, agradable y saludable [9].

Se preparan dos muestras de jalea con diferentes concentraciones de mashua y maracuyá como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Formulación de jaleas de mashua y maracuyá

Muestra	Jaleas	Concentraciones
M1	Mashua	70 %
	Maracuyá	30 %
M2	Mashua	60 %
	Maracuyá	40%

**Flujograma para la obtención del yogurt griego probiótico y jalea de mashua y maracuyá**

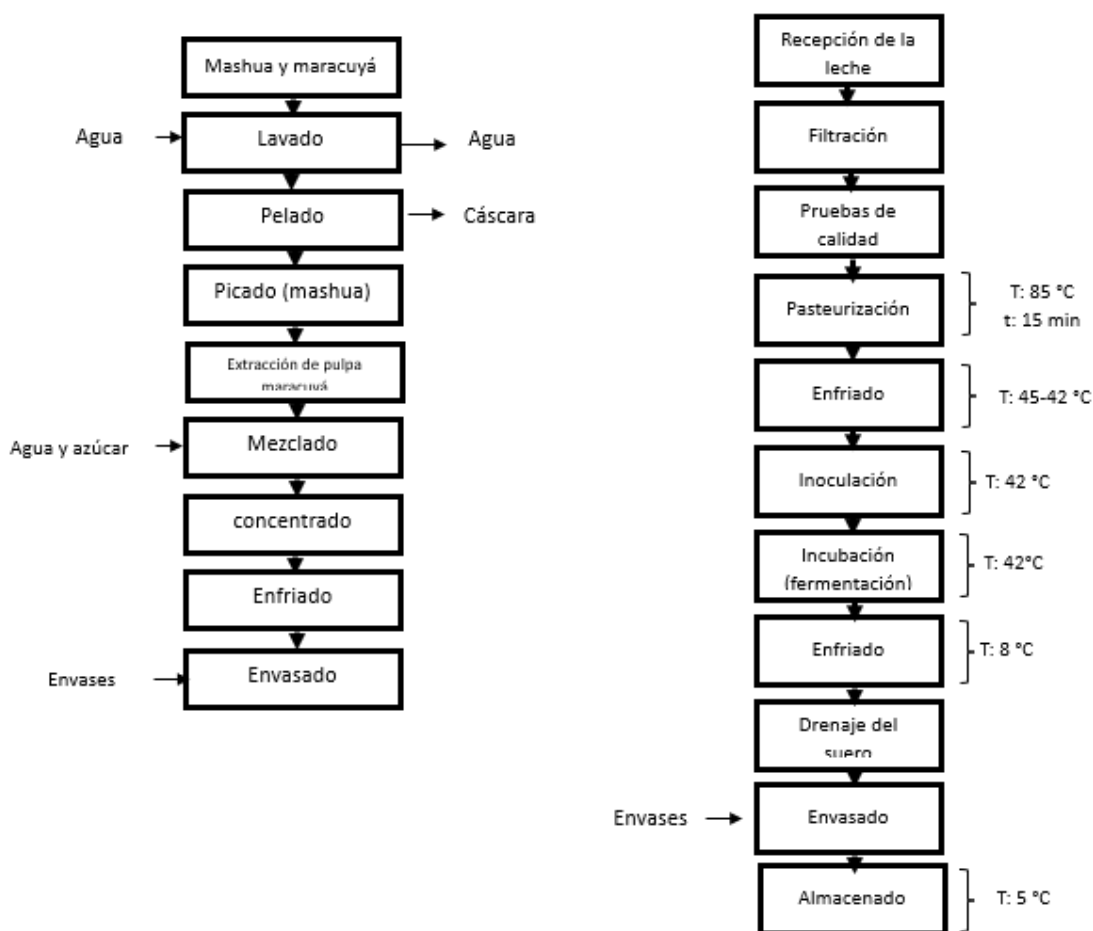


Fig. 1: Mini invernadero construido

**2.3 Evaluación sensorial**

Se empleó un grupo de 30 panelistas seleccionados de manera aleatoria, no entrenados, quienes fueron los consumidores de la ciudad de Abancay que eran estudiantes y docentes de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Para evaluar las características sensoriales del yogurt griego probiótico se utilizó la prueba hedónica con una valoración del 1 al 5 [10].

**3 Resultados**

**3.1 Evaluación organoléptica cualitativa**

En la tabla 2 se muestran los resultados organolépticos de la jalea en diferentes concentraciones de mashua. Por otro lado, en la tabla 3 se presentan los resultados de las pruebas organolépticas del yogurt griego.

**Tabla 2.** Resultados organolépticos de la jalea de mashua y maracuyá.

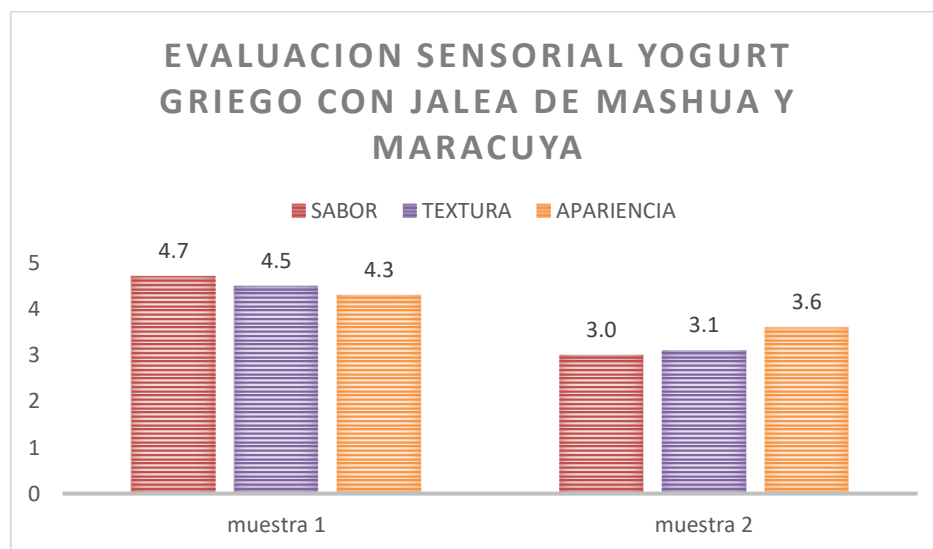
Semana	Volumen de Agua Inicial (L)	Agua Utilizada (Convencional, L)	Agua Utilizada (Automatizado, L)	Agua Ahorrada (L)	% de Ahorro
Semana 1	15	10.8	7.6	3.2	30%
Semana 2	14.8	9.5	6.8	2.7	28%
Semana 3	14.6	11.5	8.3	3.2	28%
Semana 4	14.6	10.9	7.5	3.4	31%

**Tabla. 3.** Resultados organolépticos del yogurt.

Características Organolépticas	Valoración
Olor	Aroma lácteo característico, limpio y suave.
Sabor	Sabor agradable, ligeramente ácido, pero equilibrado.
Color	Color blanco brillante.
Acidez	Ligeramente ácido pero equilibrado.
Consistencia	Firme, homogénea y sin grumos
Textura	Textura espesa y homogénea, sin grumos ni separación de suero.

En esta investigación los resultados obtenidos de las dos muestras fueron un sabor equilibrado que combine la acidez propia del yogurt con la frescura ácida y dulce del maracuyá, además de un toque herbal y sutilmente picante de la mashua; un aroma fresco, donde las notas frutales y lácteas sean predominantes y armoniosas; una textura cremosa, espesa y homogénea, característica del yogurt griego, sin separación de suero; una apariencia atractiva, con un color blanco brillante en el yogurt y tonos dorados ámbar en la jalea que resalta la naturalidad de los ingredientes; y una sensación en boca suave, con un cuerpo completo y cohesivo, sin astringencia ni grumos.

**3.2 Evaluación sensorial:** La evaluación sensorial de las dos muestras de yogurt griego con diferentes porcentajes de mashua en la jalea, se realizó con 25 panelistas los cuales calificaron sabor, textura y apariencia del producto final.



**Fig. 2.** Prueba de ranking para aceptar la mejor calificación de los porcentajes de mashua en la jalea del yogurt griego para la muestra 1 y 2.

#### 4 Discusiones Conclusiones

En la figura 2 podemos observar la diferencia entre la calificación de sabores de la muestra 1 con 70% y la muestra 2 con 60%, la causa de esto se debió a que la muestra 2 tenía un sabor ligeramente ácido y menos dulce que la muestra 1, ya que el porcentaje de maracuyá era del 40% lo cual elevaba bastante la acidez de la jalea, a su vez el sabor de la mashua se percibía muy poco en comparación a la muestra 1.

En otro estudio realizado por [11] donde evalúan la aceptabilidad de un yogurt batido saborizado con mermelada de mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) ecotipos morada y amarilla, en la cual usaron porcentajes de 10%, 15% y 20%, obtuvieron que la muestra más aceptada por los consumidores fue la muestra con 20% de mashua, dan a conocer también que en los resultados estadísticos notaron que las diferencias de aceptabilidad eran mínimas en comparación con nuestros resultados obtenidos. Teniendo en cuenta que esta investigación trataba de un yogurt batido con mermelada los porcentajes entre ambos estudios varían bastante por el tipo de yogurt, por la elaboración y la manera de integrar la mashua al producto final.

El autor [12] en su proyecto Utilización De Jarabe De Oca (Oxalis Tuberosa) en la Formulación de Yogurt Griego, utilizó los porcentajes de 10%, 20% y 30% de jalea. Los cuales fueron bastante aceptables destacando la muestra que contenía 30% de los cuales describe un sabor dulce y más agradable, esto debido a que disminuye la acidez de yogurt, por ende, aumentó el nivel de dulzor, haciendo que el producto sea más apetecible por el consumidor. En cuanto a la textura obtuvo un resultado del 92% de aceptabilidad de su muestra con 30% de jalea de mashua, y de un 100% de aceptabilidad en su muestra con 10% de jalea, mencionando que las diferencias de aceptabilidad son mínimas con respecto a la textura esto se debe a que el jarabe adicionado en los tratamientos no alteró mucho la consistencia, cabe recalcar el método y tipo de filtración juega un papel muy importante en este parámetro.

El producto final muestra en sus atributos, buen color, sabor y aroma y una textura consistente y homogénea. [13] menciona que la variación en la aceptabilidad tanto del yogurt como de sus atributos está relacionada con la composición de este.

El consumo de productos naturales, como los tubérculos andinos en este caso la mashua, ofrece diferentes beneficios para la salud al reducir el riesgo de enfermedades como obesidad, diabetes y problemas cardíacos. Se sabe que estos han sido valorados a lo largo del tiempo por pueblos indígenas, su consumo en zonas más céntricas ha disminuido con el tiempo debido a la falta de costumbre y conocimiento sobre sus ventajas nutricionales. Sin embargo, en regiones como Norteamérica y Europa, estos cultivos han despertado interés, impulsando investigaciones para explorar su potencial nutricional [14].

La mashua también es utilizada mayormente en las zonas rurales como prevención de la inflamación de la próstata, cáncer de colon, problemas urinarios, tratamiento de la piel, reducción de la función reproductiva de los hombres y enfermedades cardiovasculares. Este conocimiento ancestral se ha relacionado con la presencia de amplio espectro fitoquímicos que contiene [15].

Se concluyo de manera satisfactoria el producto final, yogurt griego probiótico con jalea de mashua y maracuyá proveniente de la región de Apurímac. Donde los resultados organolépticos indican que las muestras con mayor concentración de mashua (70%) fueron más aceptadas en cuanto a sabor, textura y apariencia. Esto sugiere que la formulación con mayor porcentaje de mashua puede ser la más adecuada para desarrollar un producto equilibrado, funcional y atractivo para el consumidor. Se recomienda mantener esta proporción y seguir evaluando su aceptación en diferentes grupos demográficos para asegurar su viabilidad comercial.

## 5 Referencias

- [1] N. Babio, G. Mena y Y. Salas, «Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta?», *Nutrición hospitalaria*, vol. 34, p. 3, 2017.
- [2] D. Arteaga, L. Chacon, V. Samané, D. Valverde y L. M. Paucar, «Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Composición nutricional, características,» *Agro-industrial Science*, 2022.
- [3] M. P. A. & R. J. González, «Propiedades antioxidantes y beneficios nutricionales del maracuyá en la dieta humana,» 2020.
- [4] Y. Campos, K. Acosta, C. Moreno y L. M. Paucar, «Maracuyá (*Passiflora edulis*): Composición nutricional, compuestos bioactivos,» *Scientia Agropecuaria*, 2023.
- [5] S. Meyer, A. Medina y W. Solórzano, «De compras para la salud Yogur,» 2012.
- [6] FAO, «Mermelada tipo jalea, » (*Food and Agriculture Organization*, 2004.
- [7] B. Z. CASTRO COLOS, «ELABORACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MERMELADA A BASE DE MASHUA EN EL DISTRITO DE HUAMANGA,» p. 44, 2022.
- [8] C. Villeda Fuentes, «Elaboración de yogur estilo griego con diferentes porcentajes de ATECAL, leche en,» p. 7, 2015.
- [9] E. Venero, «Determinación de parámetros tecnológicos para la elaboración de mermeladas a partir de oca (*Oxalis tuberosa*) Y MANZANA (*Pyrus malus*) y manzana (*Pyrus malus*),» p. 93, 2013.
- [10] Otoño, *Análisis sensorial*, primera ed., UPAEP, 2014.
- [11] A. A. J. Coraima, «Evaluación de la Adaptabilidad de un Yogurt Batido Saborizado con Mermelada de Mashua Morada y Amarilla,» 2022.
- [12] J. G. S. Nataly, «UTILIZACIÓN DE JARABE DE OCA (*Oxalis tuberosa*) EN LA FORMULACIÓN DE YOGURT GRIEGO,» 2023.
- [13] G.D.S.F.A. y V. P. Ares, «Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation,» *Food Quality and Preference*, 2014.
- [14] S. Sáenz, «Hay mucho que investigar en las raíces y tubérculos andinos,» *Revista*, 2019.
- [15] E. A., M. M y Y. O, «Mashua: el tubérculo andino de propiedades infinitas,» *Divulga Ciencia*, 2021.