



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

OPTIMIZACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS DE MASHUA  
MORADA (*TROPAEOLUM TUBEROSUM*) PARA LA ELABORACIÓN DE UN  
COLORANTE NATURAL APLICABLE EN HELADOS

**Línea de investigación:**

**Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agroindustrial

**Autora:**

Chanca Anquipa, Paola Mery

**Asesor:**

Bazán Briceño, José Luis

ORCID: 0000-0001-8604-3260

**Jurado:**

Benavides Caverro, Oscar

Torres Sánchez, Doris

Vidal Retamozo, Eduardo Silvano

**Lima - Perú**

**2024**



INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.usil.edu.pe">repositorio.usil.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	3%
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.rte.espol.edu.ec">www.rte.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**

OPTIMIZACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE ANTOCIANINAS DE MASHUA  
MORADA (*TROPAEOLUM TUBEROSUM*) PARA LA ELABORACIÓN DE UN  
COLORANTE NATURAL APLICABLE EN HELADOS

**Línea de investigación:**

Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva  
Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Agroindustrial

**Autora:**

Chanca AnQUIPA, Paola Mery

**Asesor:**

Bazán Briceño, José Luis  
ORCID: 0000-0001-8604-3260

**Jurado:**

Benavides Cavero, Oscar  
Torres Sánchez, Doris  
Vidal Retamozo, Eduardo Silvano

**Lima – Perú**

**2024**

### **Dedicatoria**

Mis padres han tenido una profunda influencia en mi vida y les estoy agradecido por ello. Me gustaría dedicarles mi tesis, por ser mi motivación a lo largo de cada logro alcanzado en mi vida profesional, por haberme guiado y acompañado en todos los momentos especiales en mi vida. A toda mi familia que es lo mejor y más valioso que la vida me ha regalado.

### **Agradecimiento**

A mi familia por estar siempre a mi lado. Por brindarme motivación que de ellos he recibido. A mis asesores Dr. José Luis Bazán, Dr. Isaac Sánchez Cáceres y Dr. Ali Epifanio Díaz Cama, por su paciencia en su guía para mi persona. Por permitirme ser partícipe de su gran sabiduría. A los señores miembros del jurado. Especial agradecimiento por su tiempo brindado y su ayuda en la evaluación de mi tesis.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	9
ABSTRACT .....	10
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Descripción del problema y formulación del problema.....	12
1.1.1. Problema general .....	13
1.1.2. Problemas específicos.....	13
1.2. Antecedentes .....	14
1.2.1. Antecedentes nacionales.....	14
1.2.2. Antecedentes internacionales .....	16
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. Objetivo general .....	18
1.3.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4. Hipótesis .....	19
1.4.1. Hipótesis general .....	19
1.4.2. Hipótesis específicas.....	19
1.5. Justificación .....	20
1.6. Limitaciones de la investigación.....	21
II. MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación .....	22
2.1.1. Antocianina.....	22

2.1.2.	Mashua morada .....	24
2.1.3.	Colorantes naturales en helados .....	26
2.1.4.	Factores para la obtención del pigmento desde la mashua morada.....	27
III.	MÉTODO .....	29
3.1.	Tipo de investigación.....	29
3.2.	Ámbito temporal y espacial .....	29
3.3.	Variables .....	29
3.4.	Población y Muestra .....	30
3.4.1.	Población .....	30
3.4.2.	Muestra .....	30
3.4.3.	Instrumentos .....	30
3.5.	Procedimientos.....	31
3.5.1.	Materiales e instrumentos.....	31
3.5.2.	Métodos .....	33
3.6.	Análisis de Datos. ....	36
3.7.	Consideraciones Éticas. ....	36
IV.	RESULTADOS .....	37
4.1.	Mashua morada.....	37
4.1.1.	Variedades de mashua .....	37
4.1.2.	Composición nutricional .....	38
4.1.3.	Características fisicoquímicas .....	39
4.1.4.	Componentes bioactivos .....	39

4.2.	Acondicionamiento de la mashua .....	40
4.3.	Obtención de antocianina.....	43
4.3.1.	Descripción del proceso.....	44
4.4.	Resultados de los tratamientos de mashua.....	48
4.5.	Elaboración de helado.....	49
4.5.1.	Materia prima .....	49
4.5.2.	Materiales, equipos y métodos .....	51
4.5.3.	Control de calidad en la elaboración de helado .....	52
4.6.	Evaluación sensorial del helado.....	53
4.7.	Evaluación fisicoquímica de la formulación.....	53
4.8.	Comparación de los valores nutricionales con una marca comercial .....	55
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	57
VI.	CONCLUSIONES.....	59
VII.	RECOMENDACIONES .....	60
VIII.	REFERENCIAS .....	61
IX.	ANEXOS.....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables. ....	29
Tabla 2 Nombre de las diferentes variedades de mashua.....	38
Tabla 3 Composición química y nutricional de la mashua morada.....	38
Tabla 4 Características fisicoquímicas de la mashua morada .....	39
Tabla 5 Compuestos bioactivos en mashua morada.....	40
Tabla 6 Resultado de ensayo de determinación de concentración de antocianina .....	48
Tabla 7 Control de calidad de elaboración de helado.....	52
Tabla 8 Evaluación sensorial.....	53
Tabla 9 Resultados fisicoquímicos de helado .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de acondicionamiento y tratamiento de la mashua morada.....	41
Figura 2 Flujo de Proceso General para obtención de Extracto Concentrado de Antocianinas .....	41
Figura 3 Selección de mashua .....	44
Figura 4 Lavado de mashua.....	44
Figura 5 Desinfección con KILOL L-20 .....	45
Figura 6 Troceado de mashua.....	45
Figura 7 Pesado de mashua .....	46
Figura 8 Proceso de escaldado de la mashua.....	46
Figura 9 Triturado de la mashua.....	47
Figura 10 Proceso de filtrado .....	47
Figura 11 Diagrama de operaciones de elaboración del helado .....	52
Figura 12 Tabla nutricional de helado comercial .....	56
Figura 13 Tabla nutricional de helado de mashua con colorante natural .....	56

## RESUMEN

La investigación busca optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) para crear un colorante natural aplicable en helados, aprovechando su contenido antioxidante. La metodología es experimental, enfocada en la competitividad industrial y diversificación productiva. La optimización se revela como esencial para desarrollar un colorante de alta calidad, destacando su potencial saludable y atractivo en la industria alimentaria. Cuatro tratamientos de extracción demostraron maximizar la obtención de antocianinas, posicionándolas como alternativa saludable y atractiva. El mejor tratamiento de acondicionamiento, deshidratado a 50°C/6h, logró obtener 57.71mg/Kg de antocianinas. La evaluación sensorial del helado con colorante de mashua reveló una aceptación del 90% en aspectos como color, sabor, textura, aroma, apariencia y dulzura. El análisis fisicoquímico del helado presentó valores de proteína (2.1), humedad (61.71), y cenizas (0.63) dentro de parámetros aceptables. Estos resultados sugieren que la optimización en la obtención de antocianinas y el tratamiento de acondicionamiento influyen significativamente en la calidad del colorante y del helado. La aceptación sensorial y los valores fisicoquímicos en el helado indican su potencial como producto competitivo, combinando beneficios nutricionales con atractivo sensorial. Estos hallazgos respaldan la viabilidad de utilizar el colorante natural de mashua en helados, ofreciendo una alternativa saludable y atractiva en la industria alimentaria.

*Palabras claves:* Mashua, helado, antocianina.

## ABSTRACT

The research seeks to optimize the obtaining of anthocyanins from purple mashua (*Tropaeolum tuberosum*) to create a natural coloring applicable in ice cream, taking advantage of its antioxidant content. The methodology is experimental, focused on industrial competitiveness and productive diversification. Optimization is revealed to be essential to develop a high-quality colorant, highlighting its healthy and attractive potential in the food industry. Four extraction treatments demonstrated to maximize the obtaining of anthocyanins, positioning them as a healthy and attractive alternative. The best conditioning treatment, dehydrated at 50°C/6h, managed to obtain 57.71mg/Kg of anthocyanins. The sensory evaluation of the ice cream with mashua coloring revealed an acceptance of 90% in aspects such as color, flavor, texture, aroma, appearance and sweetness. The physicochemical analysis of the ice cream presented values of protein (2.1), humidity (61.71), and ash (0.63) within acceptable parameters. These results suggest that the optimization in obtaining anthocyanins and the conditioning treatment significantly influence the quality of the colorant and the ice cream. The sensory acceptance and physicochemical values in ice cream indicate its potential as a competitive product, combining nutritional benefits with sensory appeal. These findings support the feasibility of using natural mashua coloring in ice cream, offering a healthy and attractive alternative in the food industry.

*Keywords:* Mashua, ice Cream, anthocyanin

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día la tendencia de adquirir alimentos saludables se ha incrementado en la gran mayoría de los países, dado que los consumidores buscan alimentos que los puedan beneficiar de alguna forma. Eso se presenta en diversos productos compuestos por materia prima natural, como los helados que poseen ingredientes que pueden contribuir a desarrollar enfermedades como obesidad, diabetes y problemas cardiacos. Años atrás nuestros antepasados consumían cultivos andinos uno de ellos es la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*), que después de la papa, el olluco y la oca, el tubérculo es uno de los más importantes; la mashua posee propiedades medicinales para los problemas renales y hepáticas, este se ha relacionado con cualidades funcionales según estudios actuales, debido a la presencia de componentes inactivos como las antocianinas.

En el país existen recursos andinos como tubérculos que por su pigmentación pueden ser usados como colorante debido a su contenido de antocianinas o ser aprovechados por sus diversos favores salubres incluyendo la actividad anticancerígena y sus propiedades de enfermedades cardiovasculares, este es el caso de la mashua morada, la misma que no es aprovechada por los productores y consumidores por la falta de información, por eso se está haciendo este estudio: para crear un colorante natural para helados a base de mashua morada que tenga beneficios útiles, y ver cómo afecta el acondicionamiento a la concentración global de antocianinas, dando de esta manera un valor agregado a este tubérculo, brindando información acerca de la mashua morada y sus beneficios.

Buscando una alternativa de consumo de helados saludables, es que se quiere usar la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) para obtener un colorante con propiedad funcional y de esta manera aprovechar sus propiedades inactivas y de alguna u otra manera contribuir a incentivar al desarrollo de la actividad agrícola de este tubérculo.

En este trabajo, se quiere difundir información basada en la concentración de antocianinas y centrarse en pigmentos naturales como las antocianinas, ignorando los colorantes sintéticos.

### **1.1. Descripción del problema y formulación del problema**

En el plano internacional el mercado del helado en América Latina ascendió a 4.024,3 millones de USD en el año 2021, en 2022 a 2027, se prevé que el mercado crezca a una tasa interanual anual del 2,8% según (Informes de expertos, 2021). El creciente consumo de helados en el mundo ha cambiado drásticamente las tendencias de helados. La industria del helado en América Latina se ve impulsada por la creciente demanda de helado en una variedad de platos dulces y salados y bebidas; asimismo, el negocio del helado está en auge por varias razones, entre ellas la disponibilidad de una amplia gama de sabores, el aumento de la demanda de comidas preparadas y la importante expansión del sector lácteo.

Se estima que el consumo en promedio llega hasta los once kilos anuales por habitante chileno, quienes son líderes en América Latina por su consumo de helado de acuerdo con (América Retail, 2022). Lo natural es cada vez más popular a medida que los consumidores rehúyen los productos manufacturados, donde los helados artesanos, elaborados con ingredientes de alta calidad y de temporada, se benefician de esta realidad, según refiere Heladin (2018). La búsqueda constante de alternativas más saludables, como helados sin gluten, azúcar, lactosa ni colorantes, es otro factor que incide en el modelo de negocio. Los productos saludables son cada vez más populares entre los consumidores. En derivación a ello, los fabricantes de helados están invirtiendo recursos en el desarrollo de nuevos sabores y la ampliación de sus líneas de productos, dos factores que impulsarán el crecimiento del sector.

En el plano nacional se recopiló información sustentada por (RPP, 2019), que señalan que la cantidad máxima de helado que puede ingerir un peruano, equivale a unos quince

polos; donde cada año, eso equivale a consumir helado suficiente para llenar 21 piscinas olímpicas, o 57 millones de litros; en otro concepto, en el sector alimentario hay un problema con los productos químicos, especialmente los colorantes sintéticos, que son nocivos.

Por lo tanto, se desea obtener la antocianina de la mashua morada para la elaboración de un colorante natural para helados, debido a su alto contenido en antocianinas—más presentes en la mashua morada y su potencial antioxidante, es muy beneficiosa para las personas con problemas cardiovasculares. También contiene un complejo de vitaminas C y E. Cambiando de tema, la mashua ayuda a eliminar los cálculos renales, a combatir la anemia y a mejorar la agudeza visual; además, Arteaga et al. (2022) mencionan que tiene fama de ser anticancerígeno. Estos compuestos pueden ser extraídos por métodos de extracción adecuados y la diligencia en la manufactura alimenticia de los diferentes tipos de colorantes; por lo cual, abre una perspectiva diferente en cuanto a la elaboración de nuevos productos con un valor agregado nutricional.

#### **1.1.1. Problema general**

¿Cómo optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada (*tropaeolum tuberosum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cuál es el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina?
- ¿Cuál es el resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua?
- ¿Cuál es el resultado del análisis fisicoquímico de un helado elaborado con colorante natural de mashua?

- ¿Cuál es la diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua?

## **1.2. Antecedentes**

### **1.2.1. Antecedentes nacionales**

Cuti y Bellido (2021) establecieron como objetivo principal crear una bebida con propiedades beneficiosas utilizando mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) y determinar cómo afecta el acondicionamiento a la concentración global de antocianinas. Concluyó que el efecto del acondicionamiento en el contenido de antocianinas totales expresados como cianidinas-3-glucosídós, obtenido T3 como tratamiento óptimo 4 °C con un valor de 314.2 y para la obtención de una bebida con tendencia funcional a base de mashua morada. 6. La composición química proximal y propiedades físico químicas obtenidos en la bebida con propiedad funcional se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la NTP 203.110.2009 para jugos, néctares y bebidas de fruta; Las características microbiológicas de la bebida se encuentran dentro de los parámetros establecidos por los criterios microbiológicos. Se evaluó la vida útil de la bebida con propiedad funcional, mediante el método de pruebas aceleradas a 20 °C, 40 °C y 60 °C, observando que no hay variación en cuanto a acidez y pH, habiendo variación en sólidos solubles expresados en °Brix, sin embargo, este parámetro no es un indicador viable para realizar el cálculo de vida en anaquel.

Anaya (2018) estableció como finalidad evaluar los niveles de antocianinas, polifenoles totales, vitamina C y pigmentos en la mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) cultivada a tres altitudes diferentes. La metodología que empleó fue una investigación experimental, prospectiva, longitudinal y analítica. La muestra lo conformaron 10 kg de mashua negra recolectadas a diferentes altitudes de la región Huánuco. Concluyó que la acidez titulable y la grasa, la altitud no tiene ningún efecto sobre ellas; sin embargo, he



demostrado que las propiedades físico-químicas de la mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) cultivada en tres elevaciones diferentes de la zona de Huánuco difieren en función de la altura real. Las diferentes altitudes de la mashua negra se asociaron con diferentes niveles de actividad antioxidante DPPH y ABTS, que fueron mejores a 3463 msnm; sin embargo, la altitud no tuvo ningún efecto sobre los valores de DPPH y ABTS IC50 en relación con los extractos acuosos y etanólicos, cuando se trataba de la actividad antioxidante.

Santayana (2018) propuso como objetivo principal Conocer cómo responde el genotipo de mashua morada ARB5241 a diferentes tratamientos postcosecha (sol, frío y sombra) en cuanto a su capacidad antioxidante hidrofílica, producción de metabolitos secundarios, contenido en antocianinas y contenido en componentes fenólicos. Se concluyó que el UPLC®-PAD fue capaz de identificar once compuestos fenólicos y nueve antocianinas principales. Encontramos ácido gálico y muchos flavonoles y derivados del ácido cinámico, así como ácido hidroxibenzoico. Dado que las antocianinas fueron tan cruciales en el tratamiento de sombra, es lógico que concentraciones más elevadas de estos compuestos mejorarían la capacidad antioxidante de la mashua en esta medida posterior a la cosecha. El tratamiento solar provocó un cambio drástico en el perfil de los componentes fenólicos, con un aumento de los derivados flavanólicos y una disminución hasta cero de los derivados del ácido cinámico.

Ore (2019) tuvo la finalidad de determinar la capacidad antioxidante y polifenoles del yogur con estevia, chía y antocianina de la mashua. La metodología que empleo fue no experimental, en la muestra hay 20 litros de yogur con sabor a stevia y chía y 12 kilos de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*). Se concluyó que, tras seguir los siguientes procedimientos: seleccionar, clasificar, lavar, desinfectar, trocear, extraer la mashua, centrifugar, añadir un 5% de maltodextrina, homogeneizar, secar por atomización a 120 °C

(temperatura de entrada del aire de secado) y, por último, almacenar, las antocianinas se encapsularon a partir de la mashua mediante secado por atomización, donde la variedad de mashua utilizada en este proceso es *Tropaeolum tuberosum* black..

Ordoñez (2019) planteo como objetivo Evaluar la concentración de Antocianinas presentes en dos ecotipos (rojo y morado) de Oca (*Oxalis tuberosa*), proveniente del centro poblado de Puca Cruz. La metodología que empleo fue aplicada, descriptiva y bajo un método deductivo e inductivo. La muestra estuvo constituida por 2 kg de Oca (1 kg oca roja y 1 Kg oca morada) previamente preseleccionadas, eliminando los defectuosos e interferencias. Se concluyó que el ecotipo de la oca púrpura tiene una concentración significativamente mayor de antocianinas totales (73,2 mg/100 g de muestra) que otros ecotipos de oca. Esto se debe probablemente a que las variedades de ocas más oscuras tienen más pigmentación que las claras. Según la investigación sobre la cantidad de antocianinas totales en la oca de ecotipo rojo, la cantidad es de 4,9 mg/100 g de muestra. Esta cantidad es significativamente inferior a la de la oca de ecotipo púrpura, que presenta un mayor nivel de pigmentación oscura.

### **1.2.2. Antecedentes internacionales**

Mercedes (2017) estableció como objetivo evaluar el proceso de elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de *Beta Vulgaris* (Remolacha). El tipo de investigación que utilizo fue descriptiva, experimental y bibliográfica, mediante un método deductivo. La identificación de la maquinaria esencial del proceso le llevó a la conclusión de que no se fabrican en la nación, por lo que deben importarse para industrializar el producto. Basándose en los resultados del Factor B, las temperaturas investigadas no afectaron a la permanencia del tinte en el cabello, aunque es posible ver que las temperaturas sí influyen en los porcentajes de pH.

Villacis y Viñan (2018) propusieron como objetivo Con el fin de purificar los componentes químicos encontrados en los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* y realizar un primer estudio farmacológico ,se estudió la Mashua en su variedad rosada. El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios de farmacognosia, fitoquímica y análisis instrumental y es un estudio experimental-observacional. Según las conclusiones, el uso etnofarmacológico de *Tropaeolum tuberosum* R. y P., variedad rosa de Mashua, ha sido validado por los resultados positivos del cribado fitoquímico y la cromatografía. Esto abrió una nueva vía de investigación para determinar la cantidad e identidad de los metabolitos secundarios encontrados en este tubérculo, que potencialmente podrían tener aplicaciones farmacéuticas. El epicarpio de estos tubérculos puede ser de color rosa o lila, mientras que el mesocarpio es de color amarillo pálido con un núcleo lila. Algunos de estos tubérculos son cilíndricos, como una zanahoria, mientras que otros son cónicos. Su tamaño oscila entre 7 y 12 cm, y su peso medio es de 98,75 g, 145,64 g y 186,73 g, respectivamente.

Bravo (2020) estableció como finalidad desarrollar una bebida con base en maíz morado (*Zea mays* L.) endulcorada con stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Debido a la falta de datos sobre la preparación en la industria ecuatoriana de la bebida de maíz morado endulzada con stevia, se realizó un estudio experimental exploratorio. Los resultados del análisis de los parámetros fisicoquímicos muestran que todos los tratamientos respetan las normas de pH y acidez establecidas por la Norma General del Codex para zumos y néctares de frutas y la correspondiente NTE INEN 2 337:2008 (zumos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y hortalizas). El examen sensorial de las bebidas reveló que el tratamiento T4 (12,5% de maíz morado + 0,15% de estevia) era el más eficaz, ya que producía una mayor aceptación en términos de olor, color, textura y sabor. El tratamiento óptimo T4 tiene un coste de fabricación unitario de 1,63 \$ y un precio de venta unitario de 1,88 \$. El resultado es un beneficio de 0,25 dólares, es decir, el 15% del beneficio.

Carrasco y Cruz (2018) planteo como objetivo general aplicar un estudio de factibilidad para la creación de una empresa de elaboración y venta de helados de licor en el sector de Las Peñas en la ciudad de Guayaquil. Dado que este estudio pretende caracterizar el funcionamiento de la organización, emplea un enfoque de investigación descriptiva de carácter no experimental y toma observaciones de los acontecimientos en su entorno natural. Se concluyó que por lo que, no hay en el mercado guayaquileño ni un solo sabor de helado que requiera siquiera una pizca de alcohol. El producto ha sido descrito a satisfacción de los proveedores, que están listos a ser distribuirlo. El público en general está abierto a probar nuevos tipos de bebidas alcohólicas en espacios públicos como discotecas y bares, lo que significa que hay un mercado sin explotar para alternativas creativas a los productos básicos tradicionales de los pubs, como el ron y la cerveza.

Villacis (2021) tuvo la finalidad de desarrollar una revisión mediante evidencia científica sobre las fuentes naturales de origen vegetal para la obtención de antocianinas. Este estudio describe las características clave de las investigaciones y estudios previos que se han centrado en la extracción de antocianinas de plantas como fuente natural como parte de su enfoque, que es una revisión sistemática o estudio bibliográfico. Se determinó que las antocianinas, que son pigmentos que se encuentran en la naturaleza, pueden ayudar a prevenir una serie de enfermedades gracias a sus efectos terapéuticos. Estos efectos incluyen la disminución del riesgo de cardiopatías coronarias, la reducción de los efectos del cáncer y los tumores, la reducción de la inflamación, la acción antidiabética y la protección contra determinadas enfermedades metabólicas e infecciones microbianas.

### **1.3. Objetivos.**

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

Optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Identificar el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina.
- Analizar el resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua.
- Analizar el resultado del análisis físico químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua.
- Analizar la diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

Se puede optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados.

### **1.4.2. Hipótesis específicas**

- Se identificó el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina.
- El resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua es óptimo.
- El resultado del análisis físico químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua es óptimo.

- Existe una diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua.

### **1.5. Justificación**

La aceptabilidad de un alimento se da principalmente por las percepciones sensoriales, estos son: el color, olor, sabor y la textura. (Carhuapoma et al., 2015). El color es una de las primeras características del alimento que el consumidor percibe, esta percepción influye en la elección del alimento. Los helados se presentan en diversos colores llamativos, poseer un color de origen natural, como las antocianinas, y con propiedades beneficiosas en la salud puede ser fundamental en la decisión de los consumidores.

Los colorantes naturales son mejor opción que los colorantes de origen artificial, especialmente en la industria alimentaria, debido a la calidad y variedad de colores presentes en diversas fuentes naturales. Esto ha provocado un aumento en su uso, con el fin de mitigar los riesgos y peligros que pueden presentar los colorantes artificiales en la salud humana. Se han realizado estudios con respecto a los colorantes de origen natural, una de las más importantes es la antocianina que brinda diferentes colores como el rojo, azul y morado, en dichas investigaciones se enfocaron principalmente en su utilidad y efectos en la salud e industrias. (Rolón, 2018)

La antocianina es un pigmento importante en las industrias alimentarias, su composición hidrosoluble facilita su incorporación en los alimentos de procesos acuosos. Debido a su origen natural son más utilizados que los colorantes sintéticos ya que estos últimos, en la salubridad general, influyen de manera insignificante. Brindar el color en los alimentos no es su única ventaja, también tiene capacidad antioxidante lo que significa que pueden ser considerados como alimentos funcionales que previenen enfermedades. (Carhuapoma et al., 2015)

El consumo de antocianinas de manera internacional se ha realizado por muchos años sin causar algún daño en la salud humana, países desarrollados como Japón y Estados Unidos son los principales consumidores en donde su utilidad se ha dado en compañías industriales de refrescos, saborizantes de yogures, golosinas, helados entre otros. (Davalos, 2019)

Las propiedades y composición estructural, específicamente su gran capacidad de antocianinas, de la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) son fundamentales para la industria alimentaria. Sus genotipos morados han demostrado que su capacidad antioxidante es 10 veces más efectiva que los genotipos amarillos (Orellana y Valverde, 2017). Esta capacidad antioxidante presente en los pigmentos de este tubérculo puede funcionar como un valor agregado al elaborar los colorantes morados para su aplicación en alimentos como los helados. (Carhuapoma et al., 2015)

#### **1.6. Limitaciones de la investigación.**

Teóricamente, se ve limitada por el hecho de que hay una modesta falta de literatura sobre el tema de la extracción de antocianinas de Mashua Morada en los programas de pregrado y postgrado de las mejores instituciones del país.

Asimismo, se reconoció que la escasez de recursos financieros limitaba el material de estudio que se podía adquirir.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Antocianina

El término "antocianinas" (en griego, "flor" y "kyanos", "azul") se refiere a una subclase de flavonoides también conocidos como flavonoides azules. La familia de los flavonoides incluye estas sustancias químicas vegetales naturales no nitrogenadas. Aunque contienen pocas unidades cromóforas, 300 de estos compuestos producen diferentes matices desde el blanco a púrpura. Dan tonos rojos, naranjas, azules y morados a una amplia gama de productos vegetales, como frutas, flores, manzanas, rosas, fresas y uvas. Pueden encontrarse en la parte carnosa de frutas como las fresas y las ciruelas, pero es más frecuente encontrarlos en la piel de frutas como las peras y las manzanas. (Badui, 2006). Estos pigmentos pueden competir con aquellos matices sintéticos aplicados a las diversas industrias del sector manufacturero, así como en bienes de consumo de valor añadido. Todavía hay mucho que desconocemos sobre su relación estructura-actividad, efectos sinérgicos, dosis efectivas y estabilidad en determinadas matrices. La investigación sobre estos temas está en curso y continuará en el futuro. (Garzon,2008)

Según Mira (2021) Las antocianinas son un tipo de pigmento soluble en agua que se encuentra en las plantas y se encarga de dar color a tonalidades azules, rojas, moradas y negras. Pertenece al grupo de moléculas pigmentarias conocidas como flavonoides. Dentro de las plantas, las antocianinas cumplen distintas funciones, como atraer polinizadores, proteger a la planta de la radiación solar y alejar plagas. En humanos, actúan como antioxidantes y pueden brindar beneficios para la salud. Durante el otoño, el color rojo que presentan las hojas de las plantas se debe a la presencia de antocianinas.



Las antocianinas se encuentran en las pieles de las uvas como sustancias, responsables del color rojo del vino tinto y con importantes beneficios para la salud. El término antocianinas proviene del griego, y fueron descritas en 1927 por Adolf T. Lewandoski. Estos pigmentos hidrosolubles se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y aportan color a hojas, flores y frutos. Su composición química los sitúa en la familia de los flavonoides como glucósidos de las antocianinas, donde su función en las plantas es polifacética: protegen del sol y atraen a los polinizadores. (Vinetur, 2017)

**2.1.1.1. Propiedades.** Tanto su potencial como colorantes naturales en la tecnología como sus importantes efectos sobre la salud humana hacen que las antocianinas resulten intrigantes. Numerosos estudios indican el potencial efecto que esta familia de flavonoides puede tener en el descenso de la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer, hiperlipidemias y otros padecimientos crónicos a través de la ingesta de provisiones apetitosas en antocianinas. (Pascual y Sánchez, 2008).

Los bioensayos realizados por Tristán (2005) demostraron que los arándanos suprimen la carcinogénesis en sus tres etapas: inicio, promoción y progresión. Considerando los efectos sobre la inflamación, Vuorela (2005) demostraron que las antocianinas de frambuesa eran buenos o excelentes antioxidantes para la oxidación de la membrana de fosfatidilcolina (liposomas).

Dura (2021) afirman que diversos estudios confirman sus instrumentos terapéuticos, como la reducción de padecimientos de males del corazón y del riesgo de cáncer. Además, las antocianinas son antitumorales, antiinflamatorias, previenen la diabetes y mejoran la agudeza visual. En suma, esta sustancia posee múltiples propiedades que nos obligan a incluir alimentos de color rojo, azul o morado en nuestra dieta.

El nutricionista Sánchez (2022) señala que las antocianinas son antioxidantes que pueden retrasar el envejecimiento y prevenir patologías crónicas, como la diabetes y enfermedades cardiovasculares. También tienen un efecto potencial contra ciertos tipos de cáncer y pueden mejorar la recuperación deportiva; asimismo, la neutralización de radicales libres, protegen las células del daño y mantienen la homeostasis del cuerpo.

**2.1.1.2. Características.** Los distintos tipos de antocianidina, la aglicona de la antocianina, se definen por el grado de hidroxilación y metilación del anillo "B" de la molécula. Se han identificado doce antocianidinas distintas; sin embargo, la pelargonidina, la cianidina, la delphinidina, la peonidina, la petunidina y la malvidina son las más prevalentes en las plantas. Las tres primeras abundan más en los frutos que las otras, que abundan más en las flores. En lugar de acumularse en las plantas en estado no unido, las antocianidinas se encuentran más comúnmente unidas a azúcares y se denominan antocianinas. Además de unirse a la antocianidina en la posición 3 del grupo fenólico (aunque también puede hacerlo en las posiciones 5 y 7), el azúcar presente en la molécula les confiere una solubilidad y una estabilidad notables. Existen tres tipos de antocianinas, que se distinguen por la cantidad de azúcar que contienen: monoglucósidos, diglucósidos y triglucósidos. (Aguilera et al. ,2011)

Según Martínez (2018), el matiz de las antocianinas puede variar según el pH del medio en que se encuentren, lo que afecta la estructura de las antocianidinas y, por lo tanto, su tonalidad. Además, la presencia de otros compuestos, conocidos como copigmentos, y iones metálicos como el hierro y el aluminio, pueden modificar tanto el color como la estabilidad de las antocianinas.

### **2.1.2. Mashua morada**

Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), junto con varias especies de papa (*Solanum*), olluco (*Ulluco tuberosus* Caldas) y oca (*Oxalis tuberosa* Molina), pertenece al grupo de cultivos de tubérculos comestibles autóctonos de los Andes templados fríos. (Grau, 2003).

Parecidas a las patatas y las grosellas, las mashuas son tubérculos de origen andino, donde estos pueden ser de cualquier color -crema, amarillo, negro, morado, blanco o rosa y están repletas de hidratos de carbono, sustancias proteicas, vitamínicas y minerales conocidos como el fósforo, hierro y calcio. (Arteaga et al,2022)

La mashua morada es un tubérculo andino de gran calidad en la agricultura del Perú, cultivado en los valles húmedos de la franja andina. Este tubérculo es altamente valorado por su contenido de compuestos bioactivos y su capacidad antioxidante. En específico, la mashua morada contiene antocianinas, un pigmento con posibles efectos terapéuticos y beneficiosos para la salud, incluyendo efectos anticancerígenos. (Orellano y Valverde,2017)

**2.1.2.1. Beneficios.** Según Arteaga et al (2022), el contenido en antocianinas de la mashua le confiere su capacidad antioxidante; las especies moradas tienen una mayor concentración de este compuesto. El complejo de vitaminas C y E la convierte en una buena opción para las personas con problemas cardiovasculares. Otros beneficios son la mejora de la visión, el alivio de la anemia y los cálculos renales, y las investigaciones han demostrado que puede incluso prevenir el cáncer.

Los resultados de Chirinos et al (2008) descubrió que las estructuras biológicas ricas en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) estaban protegidas del daño oxidativo por los extractos de polifenoles como antioxidante, donde pueden explorarse posibles aplicaciones de las capacidades antioxidantes demostradas en las industrias alimentaria y cosmética.

### 2.1.3. Colorantes naturales en helados

En el extranjero existe una fuerte tendencia hacia el naturalismo, que empieza a materializarse a medida que los centros de investigación y las empresas del sector se esfuerzan por resolver los problemas de abastecimiento y encontrar nuevos usos para los tintes naturales, más resistentes al calor y la luz. Muchos intentan sacar partido de la preocupación mundial por los tintes sintéticos, que recientes investigaciones han relacionado con riesgos para la salud y alergias. (Pichardo y Zavala ,2013)

Aparte de la evidente necesidad de más opciones de color, la idea de que los colores naturales son más seguros es un gran atractivo, según García et al. (2004), lo que ha despertado un gran interés en su investigación y desarrollo. Los colores naturales han sido objeto de 356 patentes, frente a las 71 de los colores sintéticos. La creciente concienciación pública sobre los peligros de los colorantes artificiales ha contribuido a aumentar la producción comercial de colorantes alimentarios derivados de fuentes naturales. Algunos ejemplos son:

La remolacha es fuente de betanina (E162). Se utiliza a menudo en la industria alimentaria como colorante en postres como gelatinas y yogures de frutos rojos. Una gran variedad de plantas contiene antocianinas, que son pigmentos que pueden ser rojizos o azules. Las bebidas, los zumos, la mantequilla, las margarinas, los dulces, los cereales infantiles, etc. contienen azafrán, que procede naturalmente de las zanahorias, el aceite de palma y las algas y contiene carotenoides (E160a). (García et al., 2004)

Un colorante rosa elaborado a partir de un extracto de flores de *Gomphrena globosa* L. ha sido desarrollado, según Innovaspain (2018), una investigación en la que participa la Universidad Complutense de Madrid (UCM). ya que es seguro para el consumo humano,

este colorante contiene betacianinas bioactivas y tiene propiedades antioxidantes, antibacterianas y naturales.

Con este extracto de color rosa intenso de las flores de *Gomphrena globosa* L., puede teñir con seguridad cosas como el helado sin preocuparse de que sea una adición peligrosa. La principal ventaja de este tinte es que está enriquecido con betacianinas, las cuales no solo aportan color, sino que también tienen propiedades bioactivas que permiten mejorar la funcionalidad de los alimentos en los que se utiliza.

#### **2.1.4. Factores para la obtención del pigmento desde la mashua morada**

Salas y Tovalino (2018) utilizaron el método ABTS Stock con el compuesto ABTS•+ como referencia para establecer la cantidad adecuada de alcohol o etanol para extraer antocianinas de la papa nativa "Yawar Wayku" (*Solanum stenotomum*). Esta extracción tenía como objetivo crear un tinte natural de grado alimenticio. El compuesto ABTS•+ se emplea comúnmente para monitorear la cinética de reacción de enzimas específicas. En este estudio, se combinó una mezcla de 5 ml de agua y 7 mM de ABTS•+ con 88 uL de 140 mM de persulfato de potasio en agua. Esta mezcla se dejó a temperatura ambiente durante 12 - 16 horas, protegida de la luz. La solución de trabajo de ABTS•+ se preparó disolviéndola en etanol de 95° en una proporción de aproximadamente 1:40 (ajustada a una absorbancia de 0,9-1,2 a 734 nm). Además, se prepararon soluciones de trabajo de ácido gálico en concentraciones que oscilaban entre 0 y 20,0 mg / 100 ml, junto con soluciones de Trolox a concentraciones de 0 a 20 uM. Para la curva estándar, 100 µL de la solución de trabajo o muestra.

Por otra parte, en el estudio realizado por Salas y Tovalino (2018), se investigaron los intervalos de temperatura involucrados en un procedimiento en el cual los alimentos son sometidos a calor para cocinarse. A lo largo de este proceso térmico, los alimentos

experimentan modificaciones en su estructura física, composición química y características biológicas. El objetivo es lograr que sean más digeribles, atractivos desde el punto de vista sensorial y más nutritivos. Este método de cocción se basa en la inmersión en agua, siendo un proceso húmedo. Durante la cocción, la temperatura máxima del agua se establece en 100 °C a una presión atmosférica, como en el caso de la cocción al vapor. Durante este procedimiento, los alimentos se sumergen en agua, lo que resulta en la hidratación y gelificación del almidón presente en ellos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunas vitaminas pueden perder su estructura y funcionalidad debido al tiempo de cocción prolongado.

Por último, con el objetivo de encontrar la correcta proporción entre los componentes esenciales, como la mashua morada, y el disolvente empleado, en este caso el alcohol etanol, para llevar a cabo la extracción de antocianinas, se llevó a cabo un análisis del valor nutricional de la mashua. Se observó que la mashua posee un alto contenido nutricional, ilustrado por ejemplo en la composición de 100 g de tubérculos secos que pueden albergar alrededor de 14-16 g de proteína, cerca de 80 g de carbohidratos y aproximadamente 77.5 mg de vitamina C (Salas y Tovalino ,2018)

Históricamente, ha sido utilizado de manera arraigada en la medicina tradicional de la región andina, y su proceso de domesticación posiblemente estuvo ligado a su valor como agente medicinal. Investigaciones recientes han señalado que la mashua contiene una concentración elevada de compuestos fenólicos (0,92-3,37 mg de equivalente de ácido clorogénico por gramo de peso fresco). Además, se ha determinado que la capacidad antioxidante hidrofílica en la mashua oscila entre 955 y 9800 µg de equivalentes de Trolox por gramo de peso fresco, evaluado mediante el ensayo ABTS. El estudio se realizó utilizando 10 kg de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) por cada muestra. (Salas y Tovalino, 2018)

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de investigación.

La presente Investigación es de tipo experimental y el lineamiento está compuesta por el desarrollo de la competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva. Lo cual nos conduce a hacer de esta investigación una en la que se conjugue el estudio de los recursos naturales en nuestro país y la utilidad que esta nos pueda ofrecer al momento de presentar una solución, que nos haga competitivos a nivel mundial. Pues, según Bernal (2010) las investigaciones en las que se desarrollan la experimentación, se dan a conocer los aspectos más particulares, propios e individuales de los elementos y poblaciones en estudio, para hacerlas reconocibles a los ojos de los demás. Incluso, la presente investigación contará con un enfoque cualitativo, lo cual le dará una alta utilidad al investigador que desee materializar dicho estudio.

#### 3.2. Ámbito temporal y espacial

- **Ámbito temporal:**

La investigación se llevará a cabo en los meses de enero a abril del año 2023.

- **Ámbito espacial:**

La presente investigación se realizará en los laboratorios de la Universidad Nacional Federico Villarreal

#### 3.3. Variables

##### **Tabla 1**

*Operacionalización de las variables*

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Color natural	Colorante natural	X1: colorante natural (%)
	Características fisicoquímicas (Estabilidad de las antocianinas)	Y1: Porcentaje de Etanol (%)
		Y2: Temperatura de Extracción (C°)
		Y3: Ph DE Extracción (Ph)
		Y4: Proporción de materia prima/solvente(kg/kg)
DEPENDIENTE Contenido de Antocianinas	Características sensoriales (color de las antocianinas)	Y5: Color Y6. Sabor Y7. Aroma Y8. Textura Y9. Apariencia Y10. Dulzura
	Características fisicoquímicas	Y11. /Calorías Y12. Carbohidratos Y13. Proteína Y14. Humedad Y15. Cenizas Y16. Grasa Total

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4. Población y Muestra

#### 3.4.1. Población

El autor (Vara, 2015) define la población como el conjunto de todos los individuos (cosas, personas, circunstancias, etc.) que se van a estudiar. La población de estudio es la variedad de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) (15 kg) que se utilizaran, extraídos de la región de Junín provincia de Huancayo.

#### 3.4.2. Muestra

Bernal (2016) afirma que los miembros individuales de una población, así como cada unidad de la muestra, son los encargados de proporcionar una medida.

La muestra de estudio será la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*).

#### 3.4.3. Instrumentos



Valderrama (2016) citó la investigación de Hernández, Méndez, Cueva y Mendoza (2017), en la que se dijo que para la recolección de datos se utilizaron los siguientes métodos: la observación, que es documentar meticulosamente lo que se ve en un contexto determinado, a través de nuestros instrumentos de medición (Balanza, pipeta, termómetro, potenciómetro) y la escala hedónica.

### **3.5. Procedimientos**

- Se iniciará seleccionando a la mashua y los 4 tratamientos a los que se someterá, posteriormente se analizarán las 4 muestras para seleccionar la de mayor grado de antocianina.
- Con el tratamiento seleccionado se procedió a realizar el helado, cumpliendo los estándares y protocolos adecuados.
- Finalmente se sometió al helado a pruebas fisicoquímicas y sensoriales.

#### **3.5.1. Materiales e instrumentos**

##### **Lugar de ejecución**

La parte experimental de la investigación (extracción de antocianinas, análisis fisicoquímicos y aplicación) se llevó a cabo en los laboratorios ubicados en la Universidad Federico Villarreal.

##### **Materia prima e insumos**

- Materia prima: Mashua morada
- Agua destilada: Será empleada en la elaboración del solvente, dilución de ácido cítrico.
- Etanol de 96°C

##### **Equipos.**

- Balanza analítica

- Cocinilla
- Mortero y pilon
- Termómetro digital
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Espectrofotómetro UV-1800 Shimadzu
- Rotavapor R-3000 (Buchi)
- Centrifuga
- Bomba de vacío

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

- Baguetas
- Botellas de vidrio de 2L
- Matraces 250 mL. 5 unidades
- Matraz kitasato
- Alcoholímetro
- Fiola de 1000 ml
- Pipeta de vidrio de 2 ml
- Pipetas Pasteur
- Bombillas
- Gradillas
- Papel Whatman N° 1
- Celdas para espectrofotómetro (10 mm)
- Tubos para centrífuga
- Magnetos

- Tapones de jebes
- Papel aluminio
- Cuchillo

#### **Reactivos.**

- Ácido cítrico
- 0.025 M Cloruro de potasio, buffer pH 1.0
- 0.4 M Acetato de sodio, buffer pH 4.5
- Ácido clorhídrico

#### **3.5.2. Métodos**

**3.5.2.1. Determinación de °Brix.** Los sólidos solubles se expresaron como °Brix y se determinaron utilizando un refractómetro digital a 25 °C ( $\pm 1$ ).

1. Calibrar el refractómetro con agua desionizada
2. Colocar una gota de la muestra en el refractómetro para proceder con la lectura.  
\*Realizar la lectura por triplicado.

**3.5.2.2. Determinación de pH.** Se midió el pH en una alícuota de 30 ml de muestra homogenizada utilizando un potenciómetro.

**3.5.2.3. Determinación de concentración de antocianinas monoméricas por pH diferencial (AOAC Oficial Methods 37.1.68).** Según la *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC,2006), este método puede utilizarse para determinar la concentración de antocianinas en frutas, zumos, bebidas, colorantes naturales y vinos. La medición precisa de la antocianina cianidina-3-glucósido en el rango de 20-3000 mg/L es una característica crítica.

Esta técnica se basa en la idea de que las antocianinas monoméricas pueden sufrir un cambio de color reversible como resultado de cambios estructurales inducidos por cambios en el pH.

Estos cambios se manifiestan como un espectro de absorción distinto. Como el pigmento absorbe de forma diferente a 520 nm y 700 nm, la fórmula tiene en cuenta que el pigmento es más abundante en su forma de catión flavilio a pH 1 y en su forma hemiacetal incolora a pH 4,5. Esta diferencia elimina el error de absorbancia en el intervalo de 700 nm causado por los pigmentos degradados en la determinación de antocianinas. Esta diferencia elimina el error de absorbancia en el intervalo de 700 nm causado por los pigmentos degradados en la determinación de antocianinas.

**3.5.2.4. Procedimiento.** Los procedimientos para determinar la concentración de antocianina serán los siguientes:

- ***Preparación de buffers.***

1. Pesar 1.86 g de cloruro de potasio y añadir agua destilada hasta alcanzar un volumen de 980 mL. Luego realizar un ajuste de pH a 1 ( $\pm 0.05$ ) con HCl (6.3 ml aprox.). Transferir a una fiola de 1L y enrazar.
2. Pesar 54.43 g de acetato de sodio y añadir agua destilada hasta alcanzar un volumen de 960 mL. Luego realizar un ajuste de pH a 4.5 ( $\pm 0.05$ ) con HCl (20 mL). Transferir a una fiola de 1L y enrazar.

- ***Preparación de la solución de prueba.***

1. Efectuar todas las diluciones en fiolas de 25 mL empleando pipetas volumétricas. Adicionar la porción de prueba, que no debe ser mayor a 10 mL (proporción muestra-tampón 1:4 para no exceder la capacidad tampón de los reactivos).
2. Determinar el factor de dilución apropiado, diluyendo la porción de prueba con el buffer de pH 1, hasta que la absorbancia a 520 nm este dentro el intervalo lineal del espectrofotómetro. (Para la mayoría de los espectrofotómetros la absorbancia debe estar entre 0.2 y 1.4 ua).

3. Utilizar el factor de dilución para preparar dos diluciones de muestra para la prueba, con el tampón pH 1 y 4.5 respectivamente.

- ***Determinación de absorbancia.***

- I. Las muestras de la primera etapa deben centrifugarse durante 20 minutos a 5000 rpm con 10-14 mL en tubos de ensayo, teniendo en cuenta la consistencia de la muestra.

*\* Las muestras de producto final no lo requieren*

- II. Colocar las muestras diluidas a pH 1 y 4.5 en las celdas espectrofotométricas y realizar la medición de absorbancia, ambas a longitudes de onda (520 nm y 700 nm).

*\*Las diluciones son leídas con una celda en blanco que contiene agua destilada.*

*\*Realizar las mediciones luego de 10-15 min de preparación.*

*\*Tomar lecturas a 700 nm ayuda a eliminar la turbidez de la muestra. Aun así, se necesita un filtro que no retenga las antocianinas en los casos en que la dilución de la muestra de ensayo sea demasiado turbia.*

Cálculos.

1. Para determinar la concentración de antocianinas expresadas como cianidina-3-glucósido equivalente, se debe realizar el siguiente cálculo:

$$\frac{A \times PM \times DF \times 10^3}{\epsilon \times l}$$

Dónde:

A = (A520nm-A700nm) pH1.0 - (A520nm-A700nm) pH4.5

PM peso molecular = g/mol para cianidina-3-glucosido DF = Factor de dilución

$l$  = longitud de la celda, cuyo valor generalmente es 1  $\epsilon$  (absortividad molar) = (para cianidina-3-glucósido)

### **3.6. Análisis de Datos.**

En el presente trabajo se realizaron 4 tratamientos a la mashua inicialmente y se obtuvo colorante, estas muestras se sometieron a análisis de laboratorio para conocer cuál de ellos tenía una mayor concentración de antocianinas, luego de esto se procedió a elaborar el helado y someterlo a análisis.

Los datos obtenidos de la encuesta de aceptación sensorial fueron recopilados y analizados para conocer el grado de aceptación del helado, se sometió a análisis físico químico y nutricional en laboratorio para conocer las características del helado y finalmente poder compararlo con otro de marca comercial.

### **3.7. Consideraciones Éticas.**

Después de utilizar los dispositivos de recolección de datos, el presente estudio demostró compromiso y responsabilidad al seguir las normas establecidas por la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Asimismo, se preparó el terreno para plantear los debates, conclusiones y propuestas pertinentes. Por otra parte, siguiendo las directrices de la APA 7<sup>a</sup> edición, se aseguró de que todas las fuentes citadas en este estudio sean debidamente reconocidas y creídas.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Mashua morada

Desde hace décadas se cultiva en otros países, como Canadá y Nueva Zelanda, pero su lugar de origen son los Andes centrales. Desde allí, se extiende por los Andes sudamericanos, Ecuador, Colombia, Argentina, Perú y Bolivia. Los dos países con mayor superficie de cultivo son Bolivia y Perú. (Manrique et al., 2014)

Se cultiva en Perú desde la época de los incas, tanto en estado silvestre como cultivado, en altitudes comprendidas entre el nivel del mar y los cuatro mil metros. Casi el 88% de la mashua del país procede de las siguientes regiones: Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Ancash, Apurímac, Huánuco, Puno y Junín. (Ramón, 2017)

Esta planta fácil de cultivar puede cosecharse entre 6 y 8 meses después de la siembra, prospera en suelos pobres, no necesita pesticidas ni fertilizantes, resiste el invierno y, si no se trata, repele gusanos e insectos. (Pastor et al., 2006)

#### 4.1.1. Variedades de mashua

Existen más de cien especies diferentes de mashua y recursos genéticos reconocidos en Perú y Ecuador. Entre las especies existentes del tubérculo *Tropaeolum*, existe una gran variedad de colores. Tanto el color de la piel como el de la carne contribuyen a esta variación. Se puede encontrar una gran variedad de tonos de piel en los tubérculos de mashua, incluyendo crema, púrpura oscuro, naranja y púrpura-violeta. (Grau, 2003)

Los diversos tipos de este tubérculo reciben su nombre por su color; los más vivos son el ckello-añu (amarillo), el muru-añu (morado) y el yana-añu (negro).

**Tabla 2**  
*Nombre de las diferentes variedades de mashua*

<b>Nombre</b>	<b>Color de tubérculo</b>
Occe año	Plomizo
Yana-año	Negro
Checche-año	Gris
Ckello-año	Amarillo
Kello-año	Violeta
Muru-año	Morado
Muru-año	Rojo
Puca-año	Negro
Yana-año	Blanco
Mashua-Quillu	Amarillo
Mashua yana-saco	Negro

Fuente: Barrera et al., (2004)

#### 4.1.2. Composición nutricional

En la mashua abundan las proteínas y los carbohidratos. No sólo es un complemento saludable para cualquier dieta, sino que su contenido nutricional es superior al de muchos cereales y patatas. Los aminoácidos esenciales están presentes de forma equilibrada. (Doylet y Rodríguez, 2018). Según la Tabla 3, el contenido nutricional de las variedades negra, morada y amarilla de mashua es el siguiente: la variedad negra contiene un mayor porcentaje de proteínas ( $1,599 \pm 0,006\%$ ), la variedad amarilla tiene un mejor porcentaje de carbohidratos ( $12,606 \pm 0,059\%$ ), y este tubérculo andino también aporta minerales como potasio, fósforo y calcio, entre otros componentes esenciales.

**Tabla 3**  
*Composición química y nutricional de la mashua morada*

<b>Componente</b>	<b>Contenido (%)</b>
Humedad	86,3
Cenizas	0,76
Proteína	$1,23 \pm 0,04$
Carbohidratos	11,41
Azúcares reductores	-
Calcio	$0,025 \pm 0,002$
Potasio	$0,82 \pm 0,31$
Fosforo	$0,56 \pm 0,01$



Fuente: Saá, (2019)

#### 4.1.3. Características fisicoquímicas

Las propiedades físicas y químicas de los alimentos, que proporcionan la base para comprender lo que los hace funcionar. (Romero de la Hoz y Prado, 2017)

En la siguiente tabla se muestran las características fisicoquímicas de la mashua morada que destaca dentro de todas las variedades debido a su alto contenido de grasa (0,70%), humedad (86.3%), ceniza (0,76%) y acidez titulable (77.2%)

**Tabla 4**

*Características fisicoquímicas de la mashua morada*

<b>Componente</b>	<b>Contenido (%)</b>
Humedad	86,3
Grasa	0,70
Cenizas	0,76
pH	6,2
Acidez titulable	77,2
Solidos solubles	8,0

Fuente: Saá, (2019)

#### 4.1.4. Componentes bioactivos

Por su valor medicinal, las moléculas bioactivas, también conocidas como fitoquímicos, son una parte esencial de las plantas. Los estudios sobre la mashua han demostrado que tiene una alta concentración de sustancias químicas bioactivas en comparación con otros cultivos andinos. (Guevara et al., 2018)

En la siguiente tabla se presentan los compuestos bioactivos de la mashua morada que destaca con cantidades mayores de fenoles totales ( $39,87 \pm 0,046$ mg de ácido gálico/g) y capacidad antioxidante ( $169,16 \pm 0,158$   $\mu$ M trolox/100g)

**Tabla 5**  
*Compuestos bioactivos en mashua morada*

<b>Componente</b>	<b>Contenido</b>	<b>Unidad</b>
Fenoles totales	39,87 ± 0,046	mg de ácido gálico/g
Capacidad antioxidante	169,16 ± 0,158	μM trolox/100g
Antocianinas	34,58 ± 0,127	mg/100g
Flavonoides totales	1,39 ± 0,071	mg/100g

Fuente: Velásquez (2020)

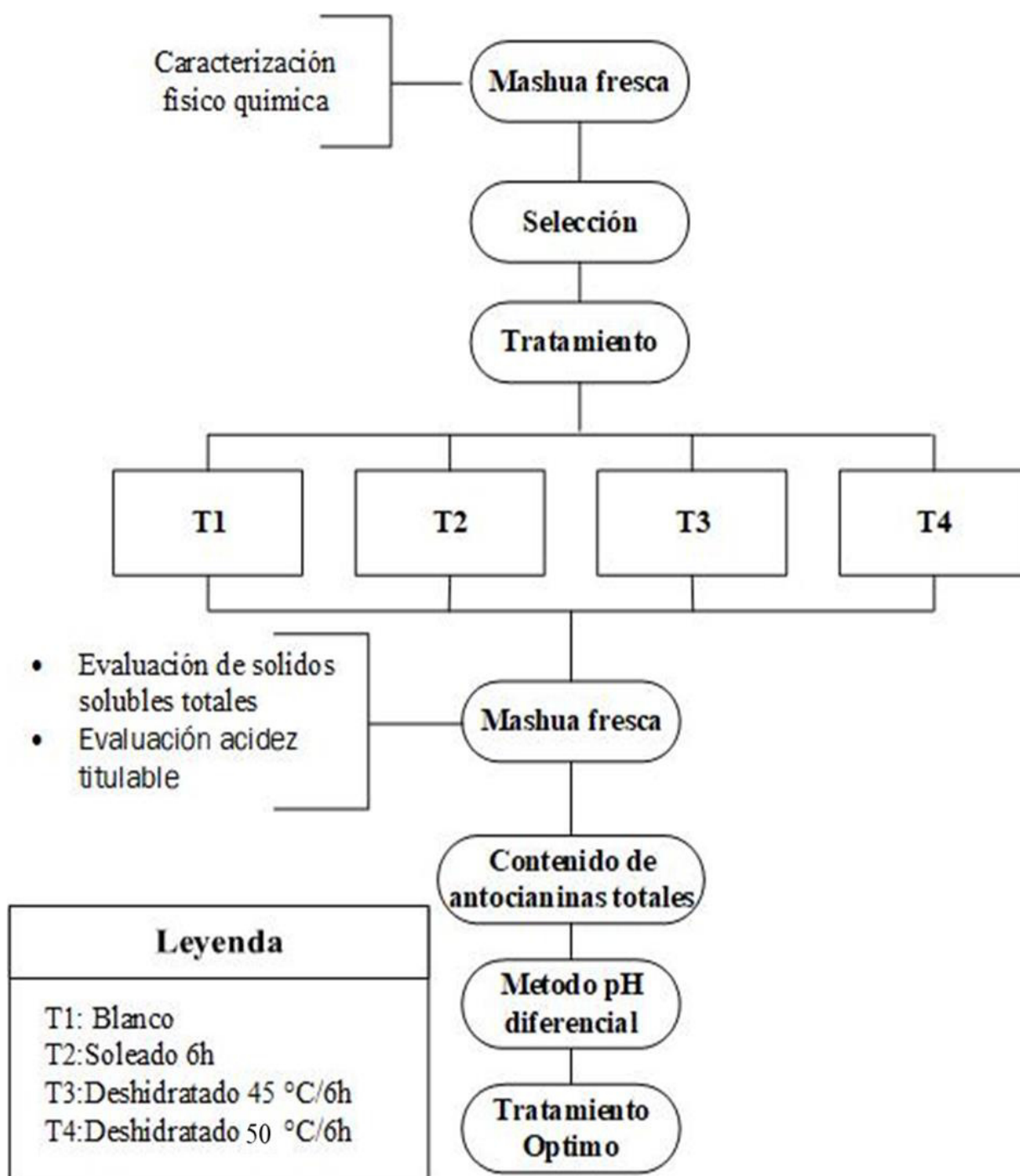
#### 4.2. Acondicionamiento de la mashua

Considerando que la mashua al momento de ser cosechado, tiene un sabor agrio muy particular por el cual no se lo puede consumir inmediatamente, los tubérculos como la mashua y la oca requiere procesamientos previos para su utilización, debe ser soleado, para que los almidones se transformen en azúcares y de esa manera sean más dulces y agradables adquiriendo un mejor sabor.

Se aplicaron los siguientes factores y niveles: tiempo (3, 4, 5, 6 días) y temperatura (35, 42, 50 °C) en el estudio del efecto del tiempo y la temperatura sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de la oca (*Oxalis tuberosa*) durante su maduración (Paladar, 2012). En este estudio se tuvo en cuenta el acondicionamiento de la mashua morada; por lo tanto para el proceso de acondicionamiento de la mashua morada entera se realizó de la siguiente manera: primero con el método tradicional (soleado), el segundo fue realizado mediante el uso de un deshidratador, simulando al proceso de soleado en condiciones controladas a temperaturas de 45 °C y 50 °C con la finalidad de disminuir el picor característico de la materia prima y comparar la pérdida de antocianinas, considerando que a temperaturas por encima de los 60 °C las antocianinas se degradan, según una cinética de primer orden según (Zarate, 2019)

**Figura 1**

*Diagrama de acondicionamiento y tratamiento de la mashua morada*



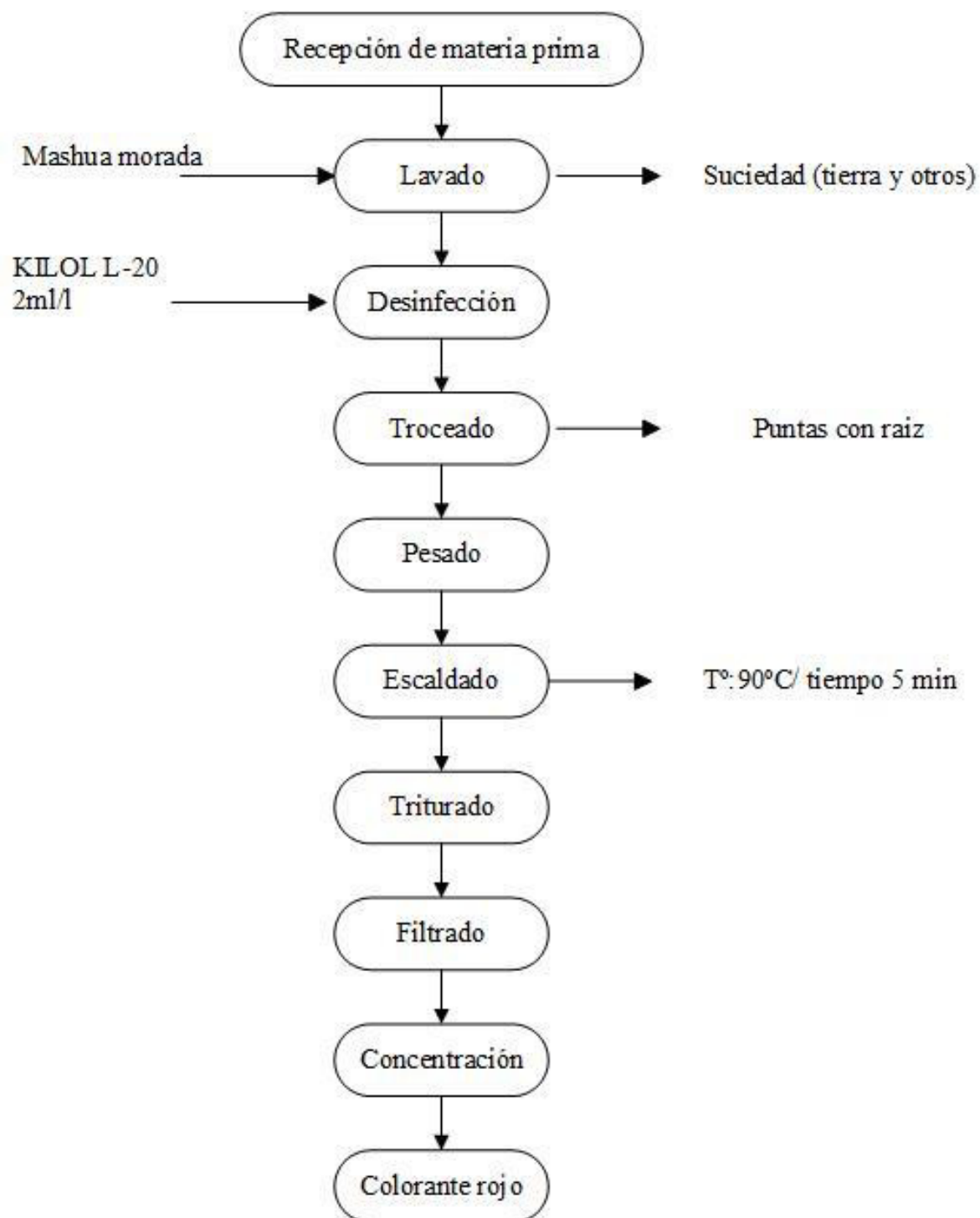
Para el acondicionamiento de la mashua morada entera se realizó lo siguiente:

- a) **Selección:** Se realizó la selección de los tubérculos que tengan defectos físicos como: cortes causados en el proceso de cosecha, se selecciona los que no son de color homogéneo, los que tienen deterioro visible.
- b) **Soleado:** El soleado es un método tradicional el cual el tubérculo es expuesto al sol para que de esta manera el amargor del mismo disminuya y la concentración de azúcar aumente, en este caso se expuso la mashua morada durante 6 horas y se evaluó la pérdida de antocianinas.
- c) **Deshidratado:** Se utilizó un deshidratador para someter al tubérculo a un proceso de acondicionamiento térmico de 45°C y 50 °C por 6 horas, simulando el método tradicional con la finalidad de realizar un acondicionamiento con temperaturas controladas y ver cuál es la pérdida de antocianinas frente a un soleado natural donde las condiciones medioambientales no pueden ser controladas.

### 4.3. Obtención de antocianina

**Figura 2**

*Flujo de Proceso General para obtención de Extracto Concentrado de Antocianinas*



### 4.3.1. Descripción del proceso

**4.1.1.1. Lavado.** Lavar la mashua es el primer paso para librarla de cualquier suciedad, mugre u otros contaminantes.

#### Figura 3

*Selección de mashua*



#### Figura 4

*Lavado de mashua*



**4.1.1.2. Desinfección.** Se realizó con el KILOL L-20 que es un limpiador orgánico y totalmente natural que contiene extracto de semilla y pulpa de pomelo como ingrediente activo. Se descompone de forma natural, no daña los tejidos y no deja residuos. Tiene sabor,

color y aroma neutros. Dosificación 2ml/l. Utilizado en desinfección por su acción bacteriostática y bactericida sobre los microorganismos contaminantes, este material seguro tiene una composición química reconocida y no es tóxico.

**Figura 5**  
*Desinfección con KILOL L-20*



**4.1.1.3. Troceado.** En este primer proceso se le cortaron las puntas a la mashua con la finalidad de quitar la raíz.

**Figura 6**  
*Troceado de mashua*



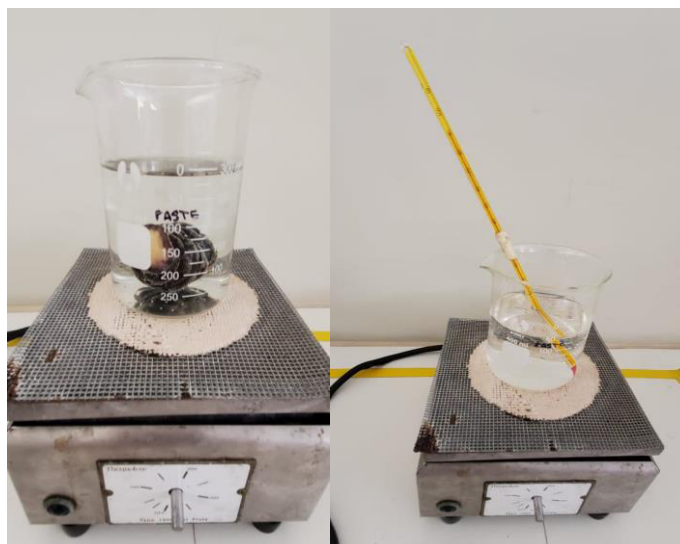
**4.1.1.4. Pesado.** Se pesó de 50 gramos de mashua.

**Figura 7**  
*Pesado de mashua*



**4.1.1.5. Escaldado.** Se llevó a cabo la inmersión de la mashua morada en agua a una temperatura de 90 °C durante un lapso de 5 minutos. El propósito de este proceso térmico es prevenir el pardeamiento enzimático y conservar el color del producto final.

**Figura 8**  
*Proceso de escaldado de la mashua*





**4.1.1.6. Triturado.** Dado que la extracción de antocianinas comienza con la trituración, ésta fue la primera operación importante. Para obtener una textura uniforme en el puré, la materia prima se trituró en agua ácida durante 40 segundos.

**Figura 9**

*Triturado de la mashua*



**4.1.1.7. Filtrado.** Para eliminar las partículas restantes, el sobrenadante de la etapa anterior se filtró al vacío. El procedimiento de filtrado, en el que se utilizó papel Whatman n.º 1 y algodón, duró unos 10 minutos.

**Figura 10**

*Proceso de filtrado*



**4.1.1.8. Concentración.** El sobrenadante centrifugado fue concentrado en botellas de color ámbar para evitar cambios en el contenido debido a la exposición al sol, obteniendo así un jugo concentrado denominado “extracto concentrado de antocianinas” (ECA).

#### 4.4. Resultados de los tratamientos de mashua

Las muestras de los 4 tratamientos se almacenaron en frascos de 250 ml y fueron llevados al laboratorio CAHM SAC para realizar el ensayo de determinación de concentración de antocianinas cuyos resultados arrojaron que el tratamiento con mayor concentración fue el T4

**Tabla 6**

*Resultado de ensayo de determinación de concentración de antocianina*

	<b>Identificación de muestra</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Resultado</b>
<b>T1</b>	M03 – COLORANTE DE MASHUA MORADA (MUESTRA T1)	250 ml	50.68 mg/Kg
<b>T2</b>	M02 – COLORANTE DE MASHUA MORADA (MUESTRA T2)	250 ml	54.23 mg/Kg
<b>T3</b>	M04 – COLORANTE DE MASHUA MORADA (MUESTRA T3)	250 ml	52.78 mg/Kg
<b>T4</b>	M01 – COLORANTE DE MASHUA MORADA (MUESTRA T4)	250 ml	57.71 mg/Kg

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.5. Elaboración de helado**

Los productos lácteos como el helado son populares entre personas de todas las edades. Además de ser delicioso y suave como el terciopelo, el helado aporta todos los nutrientes que nuestro cuerpo necesita, como proteínas, calcio y energía.

En esa situación, la pasteurización, homogeneización, mezcla, congelación y endurecimiento son los procesos que componen el helado. Es posible añadir a la mezcla otros alimentos y productos autorizados.

El helado es definido por el INDECOPI como un producto alimenticio solidificado o convertido en pasta por congelación y que contiene por lo menos dos de los siguientes ingredientes: leche o derivados lácteos, aceites vegetales desodorizados, edulcorantes autorizados, huevos, agua, pulpas y jugos de frutas, frutas, chocolate, frutos secos o similares, aditivos autorizados, entre otros.

##### **4.5.1. Materia prima**

Entre las principales materias primas a emplear se encuentran:

###### **❖ Leche y productos lácteos**

Los productos lácteos, incluida la leche, son un ingrediente clave del helado. El ingrediente aromatizante predominante en el helado es la grasa láctea, que tiene un efecto directo en la textura y el sabor, ya que un mayor contenido en grasa provoca la formación de cristales de hielo más pequeños. La grasa láctea ideal para el helado se encuentra en la mantequilla. Para hacer helado sin cambios notables en la textura o el sabor, pruebe a utilizar un 20-25% de suero de leche en polvo en lugar de sólidos no grasos.

### ❖ **Azúcar**

La sacarosa es el azúcar más importante en la fabricación de helados, también se utiliza la miel que es un jarabe natural de azúcar invertido que se incluye en el helado de miel. El empleo del jarabe de glucosa (42 a 48 DE) es beneficioso tanto desde el punto de vista tecnológico, ya que favorece el batido e impide la cristalización de la superficie del producto.

### ❖ **Estabilizador**

Se puede utilizar: gelatina, alginato de sodio, agar-agar, CMC, pectina, goma arábica.

Estos compuestos confieren suavidad al helado (reducen la formación de cristales de hielo), dan uniformidad y resistencia a la descongelación, por combinarse con el agua y formar un gel.

### ❖ **Emulsionantes**

Durante el enfriamiento y batido del helado, los emulsionantes evitan que la grasa se separe al formar un complejo con la grasa y la proteína. Asimismo, se puede obtener aumentos en el nivel de aireación.

Las cantidades de emulsionante a emplear están entre el 1-2%. Para los helados es apropiada una mezcla con el 20% de polisorbato y 80% de monoglicéridos.

### ❖ **Mashua morada**

La mashua morada en la elaboración del helado se utilizará de dos maneras, como materia prima que será cocida y molida para ingresar al procesamiento del helado y el colorante obtenido del tratamiento 4.

## **4.5.2. Materiales, equipos y métodos**

### **4.5.2.1. Materia prima e insumos**

- ❖ Leche entera (1 Lt)
- ❖ Leche condensada (300gr)
- ❖ Almidón de maíz, maizena (1 cucharada)
- ❖ Mantequilla (50 g)
- ❖ Azúcar (100 g)
- ❖ Yemas de huevo (5)
- ❖ Estabilizador CMC (10gr)

### **4.5.2.2. Equipos**

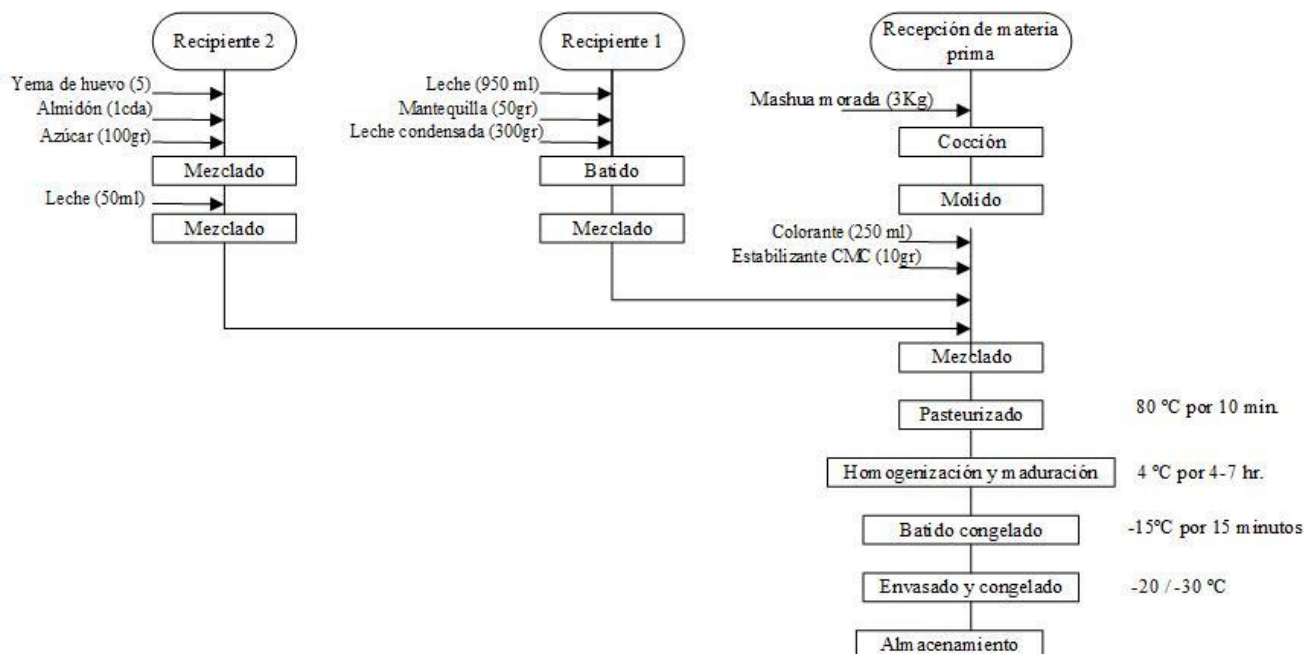
- ❖ Batidora
- ❖ Congeladora
- ❖ Agitador
- ❖ Balanza
- ❖ Tazones o bowls
- ❖ Cucharon
- ❖ Cuchara
- ❖ Jarras medidoras
- ❖ Termómetro
- ❖ Depósitos para envasado del helado

### **4.5.2.3. Metodología**

Se desarrollará en función del diagrama de proceso presentado en la siguiente figura

**Figura 11**

Diagrama de operaciones de elaboración del helado



#### 4.5.3. Control de calidad en la elaboración de helado

Evaluar y discutir todos los resultados durante el proceso de elaboración de helado.

**Tabla 7**

Control de calidad de elaboración de helado

Operación	Hora Inicio	Hora Final	Temperatura	Evaluación organoléptica
Mezcla recipiente 1	10:00	10:15	Temperatura ambiente	Conforme
Mezcla recipiente 2	10:20	10:30	Temperatura ambiente	Conforme
Batido	10:35	10:45	Temperatura ambiente	Conforme
Pasteurización	10:50	11:00	80 °C	Conforme
Homogenización y maduración	11:00	17:00	4 °C	Conforme
Batido y congelado	17:10	17:25	-15 °C	Conforme
Envasado y congelado	17:30	18:00	-25 °C	Conforme

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6. Evaluación sensorial del helado

Para la evaluación sensorial se sometió el helado al juicio de expertos en el que 20 personas de la Universidad Nacional Federico Villarreal probaron y calificaron el helado con una escala de 1-7 siendo 1 me disgusta mucho y 7 me gusta mucho.

Las evidencias de las evaluaciones realizadas se encuentran en el anexo 4 y la siguiente tabla resume los resultados de todas las evaluaciones.

**Tabla 8**  
*Evaluación sensorial*

	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Textura</b>	<b>Apariencia</b>	<b>Dulzura</b>
<b>M1</b>	6	7	6	7	6	7
<b>M2</b>	6	7	7	7	6	7
<b>M3</b>	6	7	7	7	6	7
<b>M4</b>	5	6	6	7	4	7
<b>M5</b>	6	7	7	6	6	7
<b>M6</b>	6	7	6	7	6	7
<b>M7</b>	6	7	7	6	6	7
<b>M8</b>	6	7	7	7	7	7
<b>M9</b>	6	7	7	7	7	7
<b>M10</b>	6	7	7	7	7	7
<b>M11</b>	5	7	6	7	6	7
<b>M12</b>	6	7	6	7	7	7
<b>M13</b>	6	6	7	7	6	7
<b>M14</b>	5	6	7	7	6	7
<b>M15</b>	6	7	7	7	7	7
<b>M16</b>	6	6	7	7	6	7
<b>M17</b>	6	6	7	7	5	7
<b>M18</b>	6	7	7	7	6	7
<b>M19</b>	6	6	6	7	5	7
<b>M20</b>	6	7	7	7	5	7

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.7. Evaluación fisicoquímica de la formulación

La evaluación fisicoquímica del helado se llevó a cabo en el laboratorio Inspection and testing services del Perú - ITS

**Tabla 9**  
Resultados fisicoquímicos de helado

Parámetro	Unidad	Resultados
		12-05017
Energía/Calorías	kcal/100g	232,59
Carbohidratos	g/100	19,17
Azúcares totales	g/100	7,25
Proteína	g/100	2,1
Humedad	g/100	61,71
Cenizas	g/100	0,63
Grasa Total*	g/100	16,39
Grasas Saturadas*	g/100	6,20
Grasas No Saturadas*	g/100	9,91
Grasas Monoinsaturadas*	g/100	8,27
Grasas Poliinsaturadas*	g/100	1,64
Total Omegas 3*	g/100	0,00
Total Omegas 6*	g/100	1,64
Total Omegas 9*	g/100	8,27
Grasas Trans	g/100	0,00
Isómeros Trans-6,9,11 (C18:1)*	g/100	0,00
Isómeros Trans-9,12 (C18:2)*	g/100	0,00
Acid. Butírico (C4:0)*	g/100	0,00
Acid. Caproico (C6:0)*	g/100	0,00
Acid. Caprílico (C8:0)*	g/100	0,00
Acid. Cáprico (C10:0)*	g/100	0,23
Acid. Undecanoico (C11:0)*	g/100	0,00
Acid. Láurico (C12:0)*	g/100	0,90
Acid. Tridecanoico (C13:0)*	g/100	0,02
Acid. Mirístico (C14:0)*	g/100	0,69
Acid. Miristoleico (C14:1)*	g/100	0,00
Acid. Pentadecanoico (C15:0)*	g/100	1,27
Acid. Cis-10-Pentadecanoico (C15:1)	g/100	0,00
Acid. Palmítico (C16:0)	g/100	1,55
Acid. Palmitoleico (C16:1)	g/100	0,00
Acid. Heptadecanoico (C17:0)*	g/100	0,12
Acid. Cis-10-Heptadecanoico	g/100	0,00
Acid. Estearico (C18:0)*	g/100	1,44
Acid. Elaídico (C18:1 n9t)*	g/100	0,00
Acid. Oleico (C18:1 n9c)*	g/100	8,27
Acid. Linolelaídico (C18:2 n6t)*	g/100	0,00
Acid. Linoleico (C18:2 n6c)*	g/100	1,64
Acid. Araquídico (C20:0)*	g/100	0,00
Acid. Linolénico (C18:3 n6)*	g/100	0,00
Acid. Cis-11-Eicosanoico (C20:1)*	g/100	0,00
Acid. Linolénico (C18:3 n3)*	g/100	0,00
Acid. Heneicosanoico (C21:0)*	g/100	0,00
Acid. Cis-11,14-Eicosadienoico	g/100	0,00
Acid. Behénico (C22:0)*	g/100	0,00



Acid. Cis-8,11,14-Eicosatrienoico	g/100	0,00
Acid. Erúcico(C22:1 n9)*	g/100	0,00
Acid. Cis-11,14,17-Eicosatrienoico	g/100	0,00
Acid. Araquidónico (C20:4 n6)*	g/100	0,00
Acid. Tricosanoico (C23:0)*	g/100	0,00
Acid. Docosadienoico (C22:2)*	g/100	0,00
Acid. Lignocérico (C24:0)*	g/100	0,00
Acid. Eicosapentaenoico (C20:5 n3)*	g/100	0,00
Acid. Nervónico (C24:1)*	g/100	0,00
Acid. Docosahexaenoico (C22:6	g/100	0,00
Otros*	g/100	0,28
Sodio	mg/l	22,22



Fuente: Inspection and testing services del Perú – (ITS,2024)

#### 4.8. Comparación de los valores nutricionales con una marca comercial

Para comparar nuestro helado se escogió a uno de la marca Nestle el cual cumple con los estándares y requisitos de la norma técnica peruana NTP 202.057:2006. LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS. (Helados). Al realizar el análisis de un helado de marca comercial con el helado de mashua se puede observar que respecto a la energía en el helado comercial tiene 303Kcal y el de mashua 230 kcal, en las grasas el comercial tiene 173g en el de mashua 16g y respecto a la cantidad de proteínas el comercial tiene 4.2g y el de mashua

2 g; debido a estos resultados podemos decir que el helado de mashua tiene propiedades nutritivas superiores a helados comerciales.

**Figura 12**

*Tabla nutricional de helado comercial*



Si una porción es 1 helado (77.6 g)

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	Por 100 g	Por porción	% VRN*
Energía	303 kcal	235 kcal	12%
Grasas	17.3 g	13.4 g	17%
Grasas saturadas	9.0 g	7.0 g	35%
Grasas trans	0 g	0 g	-
Carbohidratos	32.6 g	25.3 g	9%
Azúcares totales	20.9 g	16.2 g	18%
Proteínas	4.2 g	3.3 g	7%
Sodio	88 mg	68 mg	3%

\*VRN = Valores de Referencia de Nutrientes por día (Codex/FDA/UE). El empaque contiene 4 porciones.

A gusto con la vida®

Nestlé

Es bueno comunicarnos  
[www.nestle.com.pe](http://www.nestle.com.pe)  
 0800-10-210

NUTRITIONAL COMPASS  
 ©Marcas propiedad de Société des Produits Nestlé S.A.

**Figura 13**

*Tabla nutricional de helado de mashua con colorante natural*

INFORMACIÓN NUTRICIONAL	
Tamaño de la porción	100 g
Cantidad por Porción	
<b>Calorías</b>	<b>230</b>
% Valor Diario*	
<b>Grasa Total 16g</b>	<b>21%</b>
Grasa Saturada 6g	31%
Grasa Trans 0g	
<b>Sodio 20mg</b>	<b>1%</b>
<b>Carbohidratos totales 19g</b>	<b>7%</b>
Azúcares totales 7g	
<b>Proteína 2g</b>	

\* Los porcentajes de Valores Diarios se basan en una dieta de 2000 calorías.

Fuente: Resultados de Inspection and testing services del Perú – (ITS, 2024)

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los estudios realizados por Cuti y Bellido (2021), Anaya (2018), Santayana (2018) y Ore (2019) proporcionan una perspectiva integral sobre el potencial de la mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) en la elaboración de productos con propiedades funcionales y colorantes naturales. A continuación, se discuten los hallazgos clave de cada estudio y se exploran posibles conexiones y áreas de interés común.

Este estudio se centra en el efecto del acondicionamiento en el contenido de antocianinas totales de la mashua morada para la elaboración de una bebida con propiedades funcionales. Los resultados indican que el tratamiento óptimo es a 4 °C, logrando un valor significativo de antocianinas. Además, la bebida cumple con los estándares establecidos para jugos, néctares y bebidas de frutas.

El estudio de Anaya se enfoca en evaluar el contenido de antocianinas, polifenoles totales, vitamina C y rendimiento de colorante en mashua negra cultivada a diferentes altitudes. Se concluye que la caracterización fisicoquímica varía según la altitud, destacando la influencia en pH, sólidos solubles, humedad y cenizas. La actividad antioxidante también muestra variación según la altitud. Se revela que la altitud no afecta el IC50 DPPH.

La investigación de Santayana tiene como objetivo determinar el efecto de tratamientos post-cosecha en la síntesis de metabolitos secundarios, antocianinas y compuestos fenólicos en mashua morada. Se detectan 11 compuestos fenólicos y 9 antocianinas, destacando que, en el tratamiento de sombra, las antocianinas juegan un papel importante, contribuyendo a la capacidad antioxidante. Se observa un aumento en la concentración de antocianinas en este tratamiento post-cosecha.

El estudio de Ore se centra en la capacidad antioxidante y polifenoles del yogur con estevia, chía y antocianina de la mashua. Se emplea una metodología no experimental y se

demuestra que la optimización de la obtención de antocianinas de mashua morada es crucial para desarrollar un colorante natural de alta calidad. Se destaca su potencial como alternativa saludable y atractiva para la industria alimentaria.

Los estudios convergen en la importancia de la mashua morada como fuente de antocianinas y compuestos bioactivos. Las investigaciones de Cuti y Bellido (2021) y Ore (2019) enfocadas en la obtención de productos funcionales y colorantes naturales, respectivamente, sugieren aplicaciones prácticas para la industria alimentaria. Las variaciones en los resultados según la altitud, como se evidencia en Anaya (2018) y Santayana (2018), resaltan la influencia del entorno en las propiedades de la mashua. En conjunto, estos estudios proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones comerciales de la mashua morada.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1. El presente estudio ha demostrado que la optimización de la obtención de antocianinas de mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*) es un paso crucial para desarrollar un colorante natural de alta calidad aplicable en la industria de helados. A través de cuatro tratamiento y proceso de extracción, se ha logrado maximizar la extracción de estas pigmentaciones naturales, resaltando su potencial como alternativa saludable y atractiva para la elaboración de colorantes en la industria alimentaria.
- 6.2. El mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina es el tratamiento cuatro en el que se realizó un proceso de deshidratado 50°C/6h y se obtuvo como resultado 57.71mg/Kg.
- 6.3. El resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua dio una aceptación del 90% en las categorías de color, sabor, textura, aroma, apariencia y dulzura.
- 6.4. El resultado del análisis físico químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua fue de proteína 2.1; humedad 61.71; cenizas 0.63 que se encuentran dentro de los parámetros de aceptación.
- 6.5. Al realizar el análisis de un helado de marca comercial con el helado de mashua se puede observar que respecto a la energía en el helado comercial tiene 303Kcal y el de mashua 230 kcal, en las grasas el comercial tiene 173g en el de mashua 16g y respecto a la cantidad de proteínas el comercial tiene 4.2g y el de mashua 2g; debido a estos resultados podemos decir que el helado de mashua tiene propiedades nutritivas superiores a helados comerciales.

## VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Considerar la utilización de tecnologías emergentes, como la extracción asistida por ultrasonido o la maceración enzimática, para mejorar la eficiencia de extracción.
- 7.2. Realizar análisis periódicos durante el tratamiento para monitorear la evolución de la concentración de antocianinas y ajustar el proceso según los resultados obtenidos.
- 7.3. Recopilar feedback detallado sobre la aceptabilidad del colorante natural de mashua en términos de preferencias de los consumidores.
- 7.4. Realizar análisis exhaustivos de propiedades físicas y químicas del helado, como textura, viscosidad, pH y estabilidad del color, para evaluar la calidad del producto final.
- 7.5. Destacar las posibles ventajas nutricionales del helado con colorante de mashua, como la presencia de antioxidantes, y comunicar estas ventajas de manera efectiva a los consumidores.

## VIII. REFERENCIAS

- Aguilera, M., Reza, M., Chew, R. y Meza, J. (2011). *Propiedades funcionales de las antocianinas*. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. [https://www.researchgate.net/publication/283361581\\_Propiedades\\_funcionales\\_de\\_las\\_antocianinas](https://www.researchgate.net/publication/283361581_Propiedades_funcionales_de_las_antocianinas).
- Anaya, R. (2018). *Contenido de antocianinas, polifenoles totales, vitamina c y rendimiento de colorante en mashua negra (tropaeolum tuberosum) cultivado en tres altitudes de la región huánuco*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/3957/TAI%2000115A57.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arteaga, D., Chacon, L., Samame, V., Valverder, C. y Paucar, L. (2022). Mashua (tropaeolum tuberosum). *Composición nutricional, características químicas, compuestos bioactivos y propiedades beneficiosas para la salud*. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/4371#:~:text=S u%20capacidad%20antioxidante%20recae%20en,visual%2C%20ayuda%20a%20c ombatir%20la>
- Badui, D. (2006). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson. <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>.
- Barrera, V., Espinosa, P., Tapia, C., Monteros, A., y Valverde, F. (2004). *Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecorregión andina del Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3261/1/iniapscCD55p3.pdf>
- Bernal C. (2010). Metodología de la investigación. Tercera Edición. Pearson Educación.

- Bravo, J. (2020). *Bebida con base en maíz morado (zea mays l.) Edulcorada con stevia (stevia rebaudiana bertonii)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5474/1/T-UTEQ%20-0103.pdf>
- Carhuapoma, M., Castro, A., Collado, A., Córdova, J., Hernández, E., Inostroza, L. y Yuli, R. (2015). Actividad Antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón (Mashua) y su Aplicación como colorante para yogur. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615>
- Carrasco, C. y Cruz, I. (2018). *Análisis del consumo de helados con licor para la elaboración y comercialización de ice cream liqueur en el sector las peñas en la ciudad de guayaquil*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27324/1/TESIS%20CRUZ%20-%20JUSTAVINO%20.pdf>
- Chirinos, R., Campos, D., Warnier, M., Pedreschi, R., Rees, J. y Larondelle, Y. (2008). *Antioxidant properties of mashua (Tropaeolum tuberosum) phenolic extracts against oxidative damage using biological in vitro assays*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814608003361>.
- Cuti, S. y Bellido, G. (2021). *Efecto del acondicionamiento en el contenido de antocianinas totales para la elaboración de una bebida con propiedad funcional a base de mashua morada (tropaeolum tuberosum) de la provincia de chumbivilcas*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional UNSA [http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/14644/IAmibeg\\_cutasrl.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/14644/IAmibeg_cutasrl.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Davalos, D. (2019). *Determinación de Parámetros Óptimos de Extracción de Antocianinas en Mashua Negra (Tropaeolum tuberosum) y Evaluación de la Actividad*



*Antioxidante y Polifenoles Totales*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio Institucional UNAMBA. [http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/829/T\\_0520.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/829/T_0520.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

De Pascual, T. y Sánchez M. (2008). *Antocianinas: de la planta a la salud. Revisión fitoquímica*. [https://www.researchgate.net/publication/226526035\\_Anthocyanins\\_From\\_plant\\_to\\_health](https://www.researchgate.net/publication/226526035_Anthocyanins_From_plant_to_health).

Doylet, R., y Rodríguez, L. (2018). Estudio comparativo de la composición química y carácter reductor de dos variedades de *Tropaeolum tuberosum* (Ruíz y Pavón, Kuntze) mashua. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28380>

Dura, A. (2021). Las antocianinas, el pigmento que protege el corazón y puede reducir el riesgo de cáncer. *Alimente*. [https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2021-05-29/antocianinas-pigmento-dolencias-enfermedades\\_1793946/](https://www.alimente.elconfidencial.com/bienestar/2021-05-29/antocianinas-pigmento-dolencias-enfermedades_1793946/)

García, M., Quintero, R. y López, A. (2004) *Bioteología alimentaria*. Noriega editores. <https://books.google.com.pe/books?id=2ctdvBnTa18C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>.

Garzón, G. (2008) *las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión*. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028004002.pdf>.

Grau, A. (2003). *Mashua. Tropaeolum Tuberosum Ruiz y Pavón. Promoting the conservation and use of under-utilized and neglected crops*. [https://www.researchgate.net/publication/239602353\\_Promoting\\_the\\_Conservation\\_and\\_Use\\_of\\_Underutilized\\_and\\_Neglected\\_Crop](https://www.researchgate.net/publication/239602353_Promoting_the_Conservation_and_Use_of_Underutilized_and_Neglected_Crop).

Guevara, D., Valle, L., Barros, M., Vásquez, C., Zurita, H., Dobronski, J., y Pomboza, P.

- (2018). *Nutritional Composition and Bioactive components of Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz and Pavón)*.  
<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2561>
- Heladin (2018). *Tendencias en el consumo de helado*. <https://www.heladin.com/tendencias-consumo-helado/>
- Informes de Expertos (2021). *Perspectiva del Mercado Latinoamericano del Helado*.  
<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-latinoamericano-del-helado>
- Innovaspain(2018). Colorante natural para helados con propiedades bioactivas. Periodico Innovaspain. <https://www.innovaspain.com/colorante-natural-helados-propiedades-bioactivas/>
- Jimenez,M. (2018). *Estudio farmacognóstico y fitoquímico preliminar del tropaeolum tuberosum (ruiz y pavón, kuntze) mashua, variedad rosada (color entre rosa y lila)*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29800/1/BCIEQ-T-0287%20Villacis%20Tarira%20Bryan%20Marcelo%3b%20Vi%c3%blan%20Benites%20Jos%c3%a9%20Mar%c3%ada.pdf>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzales, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D., y Ellis, D. (2014). *Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pav. Colección de germoplasma de mashua conservada en el Centro Internacional de la Papa (CIP)*. Centro Internacional de La Papa (CIP), 116. <https://doi.org/10.4160/9789290604310>
- Martinez, N. (2018). *Análisis de características diferenciales entre antocianinas y betacianinas en extractos de plantas mediante pruebas de color*. Revista Ambiociencias.  
[https://www.researchgate.net/publication/330628372\\_Analisis\\_de\\_caracteristicas\\_d](https://www.researchgate.net/publication/330628372_Analisis_de_caracteristicas_d)

iferenciales\_entre\_antocianinas\_y\_betacianinas\_en\_extractos\_de\_plantas\_mediante  
\_pruebas\_de\_color

Mercedes, L. (2017). *Proceso industrial para elaboración de tinte para cabello en base al colorante natural de beta vulgaris (remolacha)*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Institucional UTEQ. +<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2181/1/T-UTEQ-0022.pdf>

Mira, P. (2021) *Antocianinas. El gen curioso*. <https://www.elgencurioso.com/diccionario/antocianinas/>

Ñaupas, H., Mejía, E. Novoa, E. y Villagómez, A. (2013) *Metodología de la investigación científica y la elaboración de tesis*. <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>

Ordoñez, A. (2019). *Evaluación de antocianinas presentes en dos ecotipos (rojo y morado) de oca (oxalis tuberosa), provincia de Acobamba – Huancavelica*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3697/TESIS-2019-ING.%20AGROINDUSTRIAL-ORDO%c3%91EZ%20YEURIMO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ore, R. (2019). *Capacidad antioxidante y polifenoles del yogus con estevia (stevia rebaudiana), chía (salvia hispánica) y antocianinas de la mashua (tropaeolum tuberosum)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6936/T010\\_70236455\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6936/T010_70236455_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Orellana, E. y Valverde, J. (2017). *Propiedades, antocianinas y capacidad antioxidante del atomizado de Mashua (Tropaeolum Tuberosum) encapsulado con maltodextrina*.

- [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio UNCP.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4776/Orellano%20Gonzales%20-%20Valverde%20Torres.pdf?sequence=1>
- Pastor, S., Fuentealba, B., y Ruiz, M. (2006). Cultivos subutilizados en el Perú: Análisis de las políticas públicas relativas a su conservación y uso sostenible.  
<https://spda.org.pe/publicacion/cultivos-subutilizados-en-el-peru-analisis-de-las-politicas-publicas-relativas-a-su-conservacion-y-uso-sostenible/>
- Pichardo, L. y Zavala, W. (2013). *Metodología de extracción del colorante azul a partir de la cochinilla (dactylopius coccus costa) para la elaboración de helados*. [Tesis de maestría, Universidad nacional del callao], Repositorio UNAC  
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/1608>.
- Ramírez, A., Ampa, I. y Ramírez K. (2007). *Tecnología de la investigación*. Primera edición. Editorial Moshera SRL.
- Ramón, F. (2017). *Efecto del estrés abiótico post-cosecha en las características físico-químicas y de algunos metabolitos primarios de mashua morada (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional UNALM  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3009>
- Rolón, N. (2018). *Colorante natural con capacidad antimicrobiana a partir de Morus nigra*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Itapúa]. Repositorio institucional UNI.  
<https://dspacecicco.conacyt.gov.py/jspui/handle/123456789/42698>
- Romero, D., y Prado, L. (2017). *Caracterización fisicoquímica, funcional, reológica y composicional de la harina precocida de cubio (Tropaeolum tuberosum R y P) cultivado en diferentes fuentes de fertilización. Ingeniería de Alimentos*.  
<https://ciencia.lasalle.edu.co/items/3db89257-f0ba-47f5-ac29-72582256dfbc/full>

- Radio Programas del Perú. (17 de marzo de 2019). *El helado en el Perú | ¿Cuánto, dónde y por qué se consume?*. <https://rpp.pe/economia/economia/el-helado-en-el-peru-cuanto-donde-y-por-que-se-consume-noticia-1186308>
- Saá, M. (2019). *Evaluación del efecto de secado de la mashua morada tropaeolum tuberosum sobre las propiedades organolépticas y actividad antioxidante* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9033>
- Sánchez, S. (2022). *4 beneficios de las antocianinas para tu salud. Mejor con Salud*. <https://mejorconsalud.as.com/beneficios-antocianinas-salud/>
- Santayana, M. (2018). *Efecto del estrés abiótico post-cosecha en la síntesis de metabolitos secundarios y capacidad antioxidante de mashua morada (tropaeolum tuberosum)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de La Molina]. Repositorio Institucional UNALM <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3775/santayana-rivera-monica-lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tristan F., Kraft B., Schmidt B. M., Yousef G., Knigh C. y Cuendet M. (2005). *Potencial quimiopreventivo del arbusto bajo silvestre Frutos de arándanos en múltiples etapas de carcinogénesis. Diario de ciencia de los alimentos*. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2005.tb07151.x>.
- Valderrama, S. (2016). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. (2º ed.). Editorial San Marcos.
- Vara, A. (2015). *7 pasos para elaborar una tesis. Cómo elaborar y asesorar una tesis para Ciencias Administrativas, Finanzas, Ciencias Sociales y Humanidades*. <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

- Villacis, M. (2021). *Fuentes naturales de origen vegetal para la obtención de antocianinas*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/32599/1/AL%20782.pdf>
- Villacis, M. y Viñan, J. (2018). *Estudio farmacognóstico y fitoquímico preliminar del *tropaelum tuberosum* (ruiz y pavón, kuntze) mashua, variedad rosada (color entre rosa y lila)*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/6a0d0cf5-52a2-457e-aa4a-38e3f56ce1fc>
- Vinetur (7 de octubre de 2016). *¿Qué son los antocianos y que beneficios aportan?* <https://www.vinetur.com/2016100725673/que-son-los-antocianos-y-que-beneficios-aportan.html>
- Vuorela, S., Kreander, K., Karonen, M., Nieminen, R., Hämäläinen, M., Galkin, A., Laitinen, L., Salminen, JP., Moilanen, E., Pihlaja, K., Vuorela, H., Vuorela, P., y Heinonen, M. (2005). *Preclinical Evaluation of Rapeseed, Raspberry, and Pine Bark Phenolics for Health Related Effects*. *American Chemical Society*. <https://doi.org/10.1021/jf050554r>.

## **IX. ANEXOS**

## Anexo A: Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de Medición
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>General</b>	<b>Independiente</b> Colorante natural	Colorante natural	X1: Colorante natural (%)	Balanza
¿Cómo optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados?	Optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados	Se puede optimizar la obtención de antocianinas de mashua morada ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> ) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados.				
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Específica</b>	<b>Dependiente</b> Contenido de antocianinas	Características fisicoquímicas (Estabilidad de las antocianinas)	Y1: Porcentaje de Etanol (%)	Pipeta
¿Cuál es el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina?	Identificar el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina.	se identifico el mejor tratamiento de acondicionamiento de mashua para obtener mayor porcentaje de antocianina.  El resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua es óptimo.			Y2: Temperatura de extracción (°C)	Termómetro
¿Cuál es el resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua?	Analizar el resultado de la evaluación sensorial de un helado elaborado con colorante natural de mashua.	El resultado del análisis físico químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua es óptimo.			Y3: pH de extracción (pH)	Potenciómetro
¿Cuál es el resultado del análisis físico-químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua?	Analizar el resultado del análisis físico-químico de un helado elaborado con colorante natural de mashua.	Existe una diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua..			Y4: Proporción de materia prima/solvente (kg/kg)	balanza
¿Cuál es la diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua?	Analizar la diferencia nutricional entre un helado comercial y el helado elaborado con colorante natural de mashua.				Y5: Color	Es cala Hédnica



## Anexo B. Instrumento de recolección de datos

### TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL

#### Escala hedónica

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PRODUCTO:

Por favor, pruebe la muestra que se le ofrecen e indique su nivel de agrado marcando con el código de cada muestra en la escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos.

Puntaje	Escala
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente.
5	Me gusta ligeramente.
4	Ni me gusta ni me disgusta.
3	Me disgusta ligeramente.
2	Me disgusta moderadamente.
1	Me disgusta mucho.

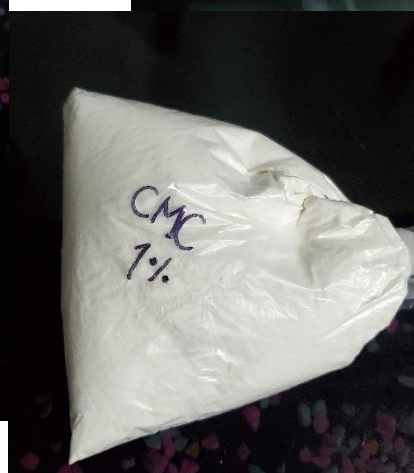
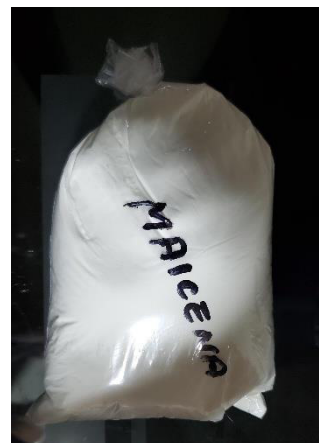
PRODUCTO	COLOR	SABOR	AROMA	TEXTURA	APARIENCIA	DULZURA
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						
M7						

## Anexo C. Imagen de Estimación de consumo de helados en Latinoamérica



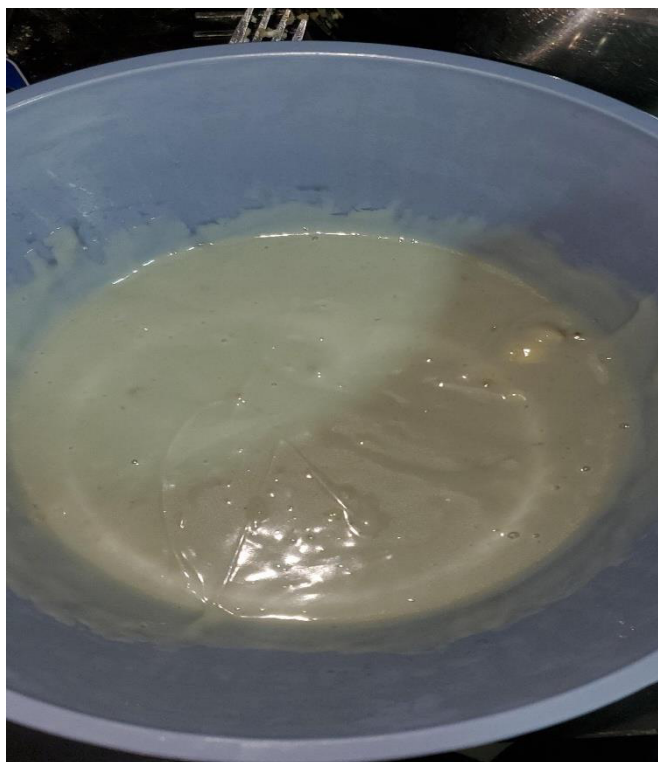
Fuente: Statista Market Insights

### Anexo D. Imágenes de elaboración del helado

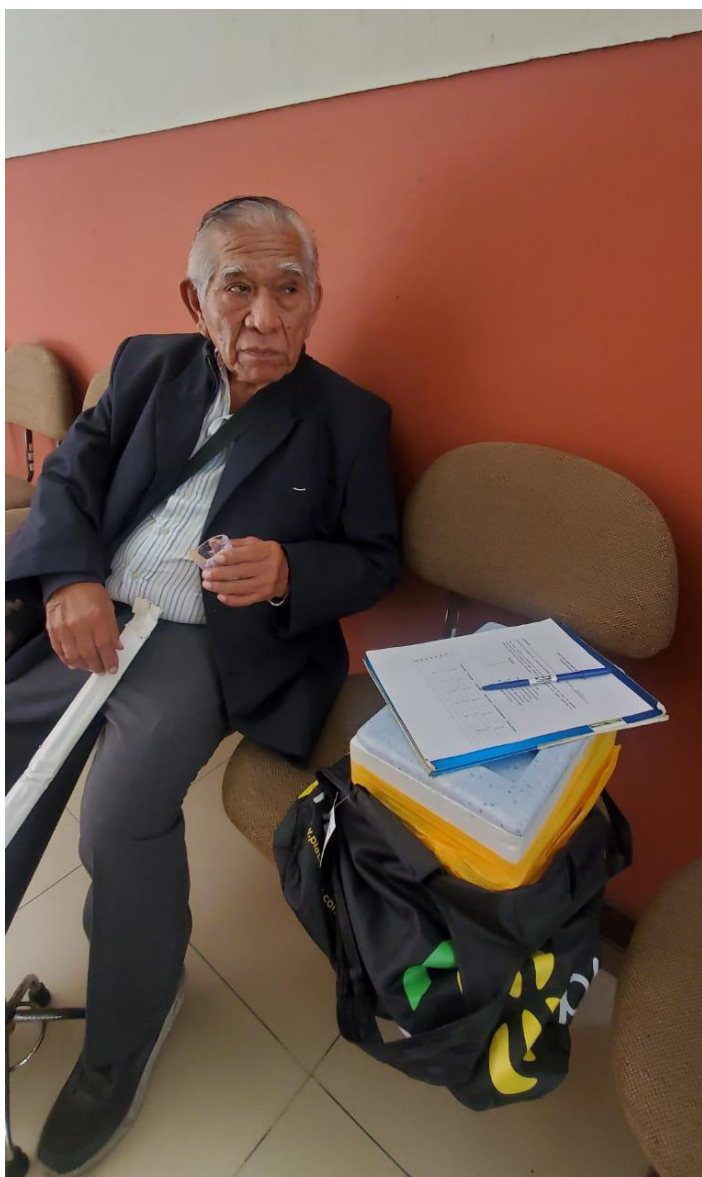








## Anexo E. Evidencias de las evaluaciones de expertos









**TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL**  
Escala hedónica

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: 04/12/23

PRODUCTO: Helado con colorante de Mashua morada.

Por favor, pruebe la muestra que se le ofrecen e indique su nivel de agrado marcando con el código de cada muestra en la escala que mejor describe su reacción para cada uno de los atributos.

Puntaje	Escala
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente.
5	Me gusta ligeramente.
4	Ni me gusta ni me disgusta.
3	Me disgusta ligeramente.
2	Me disgusta moderadamente.
1	Me disgusta mucho.

c	COLOR	SABOR	AROMA	TEXTURA	APARIENCIA	DULZURA
M1	6	7	6	7	6	7
M2	6	7	7	7	6	7
M3	6	7	7	7	6	7
M4	5	6	6	7	4	7
M5	6	7	7	6	6	7
M6	6	7	6	7	6	7
M7	6	7	7	6	6	7

c	COLOR	SABOR	AROMA	TEXTURA	APARIENCIA	DULZURA
M8	6	7	7	7	7	7
M9	6	7	7	7	7	7
M10	6	7	7	7	7	7
M11	5	7	6	7	6	7
M12	6	7	6	7	7	7
M13	6	6	7	7	6	7
M14	5	6	7	7	6	7
M15	6	7	7	7	7	7
M16	6	6	7	7	6	7
M17	6	6	7	7	5	7
M18	6	7	7	7	6	7
M19	6	6	6	7	5	7
M20	6	7	7	7	5	7