



La investigación, su esencia y arte.

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TESIS

COMPUESTOS FENÓLICOS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANÁLISIS SENSORIAL
EN HELADOS FORMULADOS A PARTIR DE TUBÉRCULOS ANDINOS

Tesis para optar Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

LÍNEA IA1: INNOVACIÓN ALIMENTARIA

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE:

3. SALUD Y BIENESTAR

CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO OCDE:

2.00.00 Ingeniería y tecnología - 2.11.01 Alimentos y bebidas

PRESENTADO POR:

Olarte Gonzales, Cristian Yeltsin

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8356-1140>

ASESOR:

Dr. Prieto Rosales, Gino Paul

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2156-9864>

CO- ASESOR:

Mg. Hurtado Soria, Beethssy Zzussy

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-9012-7975>

Pampas - Perú

2025

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS EN LA MODALIDAD PRESENCIAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS	
Expediente N° 9-2025-UNAT/FI-EPIIA	Página 1 de 1

En esta acta, se hace constar que en el auditorium de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, ubicado en el distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, departamento Huancavelica, el día **22 de agosto del 2025**, a las **11:00** horas, se reunieron los miembros del Jurado Calificador designados con Resolución de Coordinación N° 60-2025-UNAT/FI de 20 de agosto del 2025, con el propósito de llevar a cabo el **Acto de Sustentación** de la tesis de Titulación Profesional:

"COMPUESTOS FENÓLICOS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANÁLISIS SENSORIAL EN HELADOS FORMULADOS A PARTIR DE TUBÉRCULOS ANDINOS"

Dicha tesis ha sido presentada por el Bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias **OLARTE GONZALES CRISTIAN YELTSIN** y asesorado por el docente **Dr. PRIETO ROSALES GINO PAUL** adscrito al Departamento Académico de Ingeniería en Industrias Alimentarias.

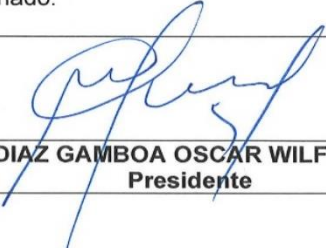
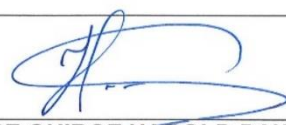
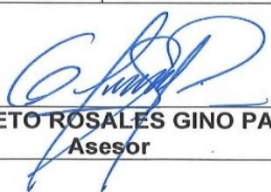
Después de haber calificado el informe final de tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara¹: APROBADO, para optar el **Título Profesional de INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**, con la calificación de 15, que corresponde a la condición²: BUENO.

En consecuencia, el sustentante:

Queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.

NO queda en condición de recibir el indicado Título Profesional, de conformidad con las normas legales, estatutarias y reglamentarias aplicables en materia del proceso de titulación profesional.

Siendo las 12:05 horas del mismo día, mes y año, se da por concluido el Acto de Sustentación, firmando a continuación los intervinientes, en señal de conformidad de lo acontecido y consignado.

	
Dr. DIAZ GAMBOA OSCAR WILFREDO Presidente	Dr. ORE QUIROZ HAROLD PAWEL JOHAO Miembro
	
Dr. PRIETO ROSALES GINO PAUL Asesor	

1. Indicar: Aprobado y/o Desaprobado.
2. Indicar: Excelente, Muy Bueno, Bueno, Regular y/o Desaprobado.

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD N° 047-2025

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO, QUIEN SUSCRIBE:

HACE CONSTAR:

Que, la tesis titulada: "COMPUESTOS FENÓLICOS, CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y ANÁLISIS SENSORIAL EN HELADOS FORMULADOS A PARTIR DE TUBÉRCULOS ANDINOS", desarrollado por el bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, **Olarte Gonzales Cristian Yeltsin**, asesorado por el **Dr. Prieto Rosales, Gino Paul**, cumple con los requisitos de conformidad de originalidad mediante (*software Anti Plagio Turnitin*), evidenciándose en el informe de originalidad un porcentaje de similitud de diecinueve (19%), el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Se expide la presente constancia para los fines que estime conveniente.

Pampas, 18 de setiembre de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO

Dr. Gino Paul Prieto Rosales
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Constancia: N°047-2025.
Cc. Archivo.

<https://unat.edu.pe/>



mesadepartes@unat.edu.pe

OFICINA ADMINISTRATIVA:
Jr. Bolognesi N° 416 - 418 - Pampas - Tayacaja - Huancavelica

OFICINA DE ADMISIÓN:
Jr. Lima, esquina con el Jr. Bolognesi, Plaza Principal,
Pampas - Tayacaja - Huancavelica

LOCAL ACADÉMICO:
Via Fundo (300 metros al Jr. Alfonso Ugarte,
Daniel Hernández - Tayacaja - Huancavelica

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme inspiración, sabiduría y fortaleza que fueron esenciales para poder realizar este trabajo de investigación y lograr mis sueños propuestos.

Agradezco de manera infinita a mi asesor, el Dr. Gino Paul Prieto Rosales por brindarme todo su apoyo y ser la guía principal para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a la Mg. Beetthssy Zzussy Hurtado Soria, mi co-asesora, y al Dr. Stalein Jackson Tamara Tamariz, quienes me apoyaron bondadosamente con sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación.

Agradezco también a los catedráticos de la carrera profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo quienes me impartieron sus conocimientos a lo largo de carrera universitaria, los cuales fueron esenciales para poder aplicar en el desarrollo de esta investigación. Del mismo modo agradezco a los responsables de la planta piloto de la Universidad Nacional del Santa quienes me brindaron su apoyo incondicional en una parte de la investigación.

Agradezco a mi familia por ser el pilar fundamental para el desarrollo de esta investigación y además por brindarme soporte emocional y motivacional.

Dedicatoria

Esta tesis va dirigida a nuestro divino creador por ser la luz, fortaleza y brindarme sabiduría a lo largo del recorrido de la carrera universitaria. A mis padres, Yosber Olarte y Catalina Gonzales por ser el motor primordial de mis sueños, por su amor y sacrificio para alcanzar mis metas quienes han depositado toda su confianza en mis fortalezas y capacidades. A mi hermano, Franti Olarte por brindarme motivación y apoyo constante en desarrollo de esta investigación. A mi hermano Aldair Olarte por darme sus palabras de aliento y compartirme sus alegrías.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes	6
2.1.1. Antecedentes internacionales	6
2.1.2. Antecedentes nacionales	7
2.2 Bases teóricos.....	9
2.2.1. Mashua	9
2.2.2. Mashua negra (<i>Tropaeolum tuberosum</i>)	10
2.2.3. Estudio taxonómico de la mashua negra	11
2.2.4. Composición química de la mashua negra (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).12	
2.3 Mashua amarilla (<i>Tropaeolum tuberosum</i>).....	12
2.3.1. Estudio taxonómico de la mashua amarilla.....	14
2.3.2. Composición química mashua amarilla	14
2.4 Oca (<i>Oxalis tuberosa Mol.</i>).....	15
2.4.1. Estudio taxonómico de la oca.....	17
2.4.2. Valor nutricional	17
2.4.3. Usos.....	18
2.5 La maca negra y amarilla (<i>Lepidium meyenii</i>).....	18
2.5.1. Estudio taxonómico de la maca.....	19
2.5.2. Valor nutricional de la maca	20
2.6 Helado	20
2.7 Compuestos fenólicos	21
2.7.1. Método <i>Folin Ciocalteu</i>	21

2.8	Capacidad antioxidante	21
2.8.1.	Método ORAC	22
2.9	Marco conceptual.....	23
2.9.1.	Mashua negra	23
2.9.2.	Mashua amarilla	23
2.9.3.	Oca	23
2.9.4.	Maca negra	23
2.9.5.	Maca amarilla.....	23
2.9.6.	Compuestos fenólicos	24
2.9.7.	Capacidad antioxidante	24
2.9.8.	Humedad	24
2.9.9.	Proteína.....	24
2.9.10.	Ceniza.....	25
2.9.11.	Grasa.....	25
2.9.12.	Carbohidrato.....	25
2.9.13.	Evaluación sensorial.....	25
2.9.14.	Método estadístico.....	25
III.	METODOLOGÍA.....	26
3.1	Tipo y nivel de investigación.....	26
3.2	Población.....	26
3.3	Lugar de ejecución.....	27
3.4	Materiales y equipos	27
3.4.1.	Materiales	27
3.4.2.	Equipos.....	28
3.4.3.	Reactivos	28

3.5	Método de análisis	29
3.5.1.	Evaluación fisicoquímica de purés a base de tubérculos andinos	29
3.5.2.	Evaluación fisicoquímica de helados a base de tubérculos andinos ...	31
3.5.3.	Evaluación cuantitativa de fenoles en purés y helados elaborados con tubérculos andinos	33
3.5.4.	Evaluación de la actividad antioxidante mediante el método ORAC en pures y helados elaborados con tubérculos andinos	34
3.5.5.	Evaluación sensorial.....	34
3.6	Metodología experimental	35
3.6.1.	Adquisición de tubérculos andinos	35
3.6.2.	Procesamiento inicial de las muestras	35
3.6.3.	Esquema gráfico del procedimiento para la obtención de puré de mashua negra (<i>Tropaeolum tuberosum</i>), mashua amarilla (<i>Tropaeolum tuberosum</i>) y oca (<i>Oxalis tuberosa</i>).....	35
3.6.4.	Esquema de secuencia operacional para la producción de puré a partir de maca negra y maca amarilla (<i>Lepidium meyenii</i>).....	37
3.6.5.	Diagrama de flujo del proceso de producción de helado a base de tubérculos andinos	40
3.7	Diseño experimental	41
3.8	Análisis estadístico.....	43
IV.	RESULTADOS.....	44
4.1	Determinar las propiedades fisicoquímicas de purés a base de tubérculos andinos	44
4.2	Determinar los compuestos fenólicos de purés a base de tubérculos andinos.	45
4.3	Determinar la capacidad antioxidante de purés a base de tubérculos andinos.	46

4.4	Determinar las propiedades fisicoquímicas de helados elaborados a base de tubérculos andinos.	47
4.5	Determinar los compuestos fenólicos de helados a base de tubérculos andinos	49
4.6	Determinar la capacidad antioxidante de helados a base de tubérculos andinos	50
4.7	Determinar la aceptabilidad general de los helados elaborados a base de tubérculos andinos mediante la evaluación sensorial	51
V.	DISCUSIÓN	53
VI.	CONCLUSIONES	63
VII.	RECOMENDACIONES	64
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
IX.	ANEXO.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Estructura taxonómica de la mashua negra (<i>Tropaeolom tuberosum</i>).....	11
Tabla 2	Composición química de la mashua negra.....	12
Tabla 3	Estructura taxonómica de la mashua amarilla.....	14
Tabla 4	Composición química de la Mashua amarilla (g / 100g)	15
Tabla 5	Taxonomía de la oca	17
Tabla 6	Valor nutricional de la oca	18
Tabla 7	Taxonomía de la maca	19
Tabla 8	Composición química de la maca	20
Tabla 9	Esquematización del diseño experimental	41
Tabla 10	Calidad fisicoquímica de pure de tubérculos andinos.....	44
Tabla 11	Compuestos fenólicos en purés de tubérculos andinos	45
Tabla 12	Capacidad antioxidante por el método Orac en pures de tubérculos andinos.....	46
Tabla 13	Propiedades fisicoquímicas de helados de tubérculos andinos	48
Tabla 14	Compuestos fenólicos en helados de tubérculos andinos	49
Tabla 15	Capacidad antioxidante por el método Orac en helados de tubérculos andinos	50
Tabla 16	Evaluación sensorial de los helados a base de tubérculos andinos	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variedades de mashua en el valle del anexo de Checche.....	10
Figura 2 Tubérculo de mashua negra (<i>Tropaeolum tuberosum</i>) en el valle del anexo de Checche.....	11
Figura 3 Mashua amarilla (<i>Tropaeolum tuberosum</i>) en el valle del anexo de Checche.....	13
Figura 4 Oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) en el valle del anexo de Checche.....	16
Figura 5 Variedad de maca (<i>Lepidium meyenii</i>) en el valle del anexo de Checche.....	19
Figura 6 Población productora de tubérculos andinos Checche- Colcabamba.....	26
Figura 7 Flujograma para la producción de puré de mashua negra, mashua amarilla y oca .	36
Figura 8 Flujograma del procedimiento de producción de puré a partir de maca negra y maca amarilla.	38
Figura 9 Diagrama de flujo del proceso de producción de helado a base de tubérculos andinos	40
Figura 10 Gráfica de intervalos de compuestos fenólicos de purés vs. Muestra	46
Figura 11 Grafica de intervalos de capacidad antioxidante de purés vs. Muestra.....	47
Figura 12 Grafica de intervalos de compuestos fenólicos de helados vs. Muestra.....	49
Figura 13 Gráfica de intervalos de capacidad antioxidante de helados vs. Muestra	50

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo fundamental de evaluar las propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y la aceptabilidad general de los helados formulados con purés a base tubérculos andinos. La evaluación de las propiedades fisicoquímicas se realizó mediante la NTP. El puré de mashua negra tuvo una alta proporción de humedad (84,10%) y ceniza (1,91%), el puré de maca negra tuvo una elevada concentración de grasa (47%), el puré de maca amarilla obtuvo un alto nivel en proteína (1,51%) y carbohidratos (59,98%). Los helados de maca negra alcanzaron una gran proporción en humedad (73,57%), los helados de maca amarilla poseen un alto contenido de grasa (9,03%) y ceniza (0,68%), los helados de mashua negra tienen una elevada concentración de proteína (1,58%), los helados de mashua amarilla tiene un alto contenido de carbohidrato (16,79%). Los compuestos fenólicos se evaluaron de acuerdo con el método de FolinCiocalteu. El puré de mashua amarilla tiene una alta concentración de compuestos fenólicos (13,30 mg EAG/100 g). Los helados de mashua negra reportaron la mayor proporción en compuestos fenólicos (197,45 mg EAG/100 g). La capacidad antioxidante se evaluó mediante el método ORAC. El puré de mashua negra registró la mayor proporción de capacidad antioxidante (2133,3 μ mol Trolox/100 g). Los helados de mashua negra poseen la mayor concentración de capacidad antioxidante (234,4 mg EAG/100 g). La evaluación sensorial se realizó mediante una escala hedónica de 5 puntos y se aplicó a 90 personas no entrenados con un rango de edad de 18 a 45 años de la UNAT. Para analizar estadísticamente se desarrolló el DCA y el ANOVA con una significancia del 95%. Para realizar la comparación se llevó a cabo con el Kruskal Wallis que es una prueba no paramétrica. Los resultados muestran que los helados de oca tienen el promedio más alto en cuanto color (4,13), textura (3,93), sabor (4,02) y tiene mayor aceptación (4,04). En ese sentido, se concluye que los helados elaborados a bases de tubérculos andinos estudiados es esta investigación tienen un alto contenido en propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y poseen una buena aceptabilidad general por parte del consumidor.

Palabras clave: Helados, puré, tubérculos andinos, propiedades fisicoquímicas, FolinCiocalteu, Orac y evaluación sensorial.

ABSTRACT

The primary objective of this research was to evaluate the physicochemical properties, phenolic compounds, antioxidant capacity, and overall acceptability of ice creams formulated with purées based on Andean tubers. The evaluation of physicochemical properties was conducted according to the NTP. Black mashua purée had a high moisture content (84.10%) and ash (1.91%), black maca purée had a high fat concentration (47%), and yellow maca purée exhibited high levels of protein (1.51%) and carbohydrates (59.98%). Black maca ice creams had a high moisture content (73.57%), yellow maca ice creams had high fat (9.03%) and ash (0.68%) content, black mashua ice creams had a high protein concentration (1.58%), and yellow mashua ice creams had a high carbohydrate content (16.79%). Phenolic compounds were evaluated using the Folin-Ciocalteu method. Yellow mashua purée had a high concentration of phenolic compounds (13.30 mg GAE/100 g). Black mashua ice creams reported the highest proportion of phenolic compounds (197.45 mg GAE/100 g). Antioxidant capacity was assessed using the ORAC method. Black mashua purée recorded the highest antioxidant capacity (2133.3 μ mol Trolox/100 g). Black mashua ice creams had the highest antioxidant capacity (234.4 mg GAE/100 g). Sensory evaluation was conducted using a 5-point hedonic scale, applied to 90 untrained individuals aged 18 to 45 from UNAT. Statistical analysis was performed using DCA and ANOVA with 95% significance. Comparisons were made using the Kruskal-Wallis test, a non-parametric test. Results showed that oca ice creams had the highest average scores for color (4.13), texture (3.93), flavor (4.02), and overall acceptability (4.04). In conclusion, the ice creams made from the Andean tubers studied in this research have high physicochemical properties, phenolic compounds, antioxidant capacity, and good overall consumer acceptability.

Keywords: Ice creams, purée, Andean tubers, physicochemical properties, Folin-Ciocalteu, ORAC, sensory evaluation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas en la salud están afectando a la población adulta. Según la OMS (2024), los problemas de la salud se generan a causa de una mala alimentación, ya que en la dieta diaria no consumen alimentos con gran valor nutritivo. En los niños, la enfermedad de la anemia se está acrecentando. En ese sentido según Ayala (2021), los productos andinos como maca, oca, mashua tienen una elevada concentración de nutrientes muy beneficiosos para la salud. La oca por su elevada concentración de fibra beneficia a la digestión y la salud intestinal. La maca por su alta proporción en hierro, calcio, vitamina c ayuda a mejorar la fertilidad y la disfunción eréctil. Así mismo, la mashua por su contenido en proteínas, grasas saludables, fibra, calcio, hierro, vitaminas A, E y C es un producto anticancerígeno, también previene y elimina los cálculos renales. Sin embargo, la población desconoce el valor nutricional de estos productos que son pocos conocidos en el mercado, además el precio es demasiado bajo, debido a que los consumidores no compran en el mercado y los agricultores ya lo están dejando de cultivar porque obtienen demasiadas pérdidas (Tenorio, 2023).

A nivel mundial, la próstata es una enfermedad que necesita una responsabilidad por parte de la salud pública para que se pueda prevenir y destacar, por ende, se debe atenderse de manera inmediata. En ese sentido, en los países con mayor desarrollo económico que cuentan con una mayor población longeva masculina, la próstata es una mayor preocupación. Así mismo, alrededor del 15% de los hombres padecen de cáncer en los países industrializados y 4% en las naciones en absoluto progreso (Islas et al., 2020).

A nivel nacional, según el reporte que brindó la OMS (2024) en el Perú la alimentación inadecuada es la principal causa del 60% de fallecimientos de la población. Sin embargo, también se sostiene que la ausencia de antioxidantes en la alimentación de los seres humanos puede detener enfermedades.

A nivel departamental, Huancavelica presenta niveles más altos de desnutrición crónica con 31,5% y la población masculina presenta altos niveles de próstata. Los problemas de anemia y desnutrición afectan seriamente el buen desarrollo de los infantes, adolescentes, así como también mujeres gestantes y adultos mayores (INEI, 2020).

A partir de lo mencionado, se busca la necesidad innovar los productos andinos como la mashua, la oca y la maca con la finalidad de que los productos sean más conocidos y que la población sepa sus propiedades nutritivas que son beneficiosos para la salud. Si

bien es cierto, en el distrito de Colcabamba el cultivo de los productos andinos se da en grandes extensiones, sin embargo, los propios productores y la población aledaña los están desperdiciando por no conocer los beneficios de estos productos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla), los cuales se comercializan a bajos precios. Pero en realidad los mismos productores y consumidores del distrito de Colcabamba no tienen el conocimiento de las propiedades que poseen estos productos, muchas veces hasta desechan los tubérculos andinos por no conocer a fondo las cualidades nutricionales que tienen este producto. En ese sentido, a partir de esta problemática surge la interrogante en la cual se basa esta investigación para dar respuesta a ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y la aceptabilidad general en los helados formulados con purés a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa Mol*), maca negra y maca amarilla (*Lepidium meyenii*)? Asimismo, se busca responder a las siguientes interrogantes específicas a) ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos? b) ¿Cuáles son los compuestos fenólicos de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos? c) ¿Cuál es la capacidad antioxidante de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos? d) ¿Cuál es la aceptabilidad general de los helados elaborados a base de tubérculos andinos? De la misma forma el objetivo principal es evaluar las propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y la aceptabilidad general de los helados formulados con purés a base de tubérculos andinos. Del mismo modo, se muestran los objetivos específicos: a) Determinar las propiedades fisicoquímicas de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. b) Determinar los compuestos fenólicos de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. c) Determinar la capacidad antioxidante de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. d) Determinar la aceptabilidad general de los helados elaborados a base de tubérculos andinos mediante la evaluación sensorial. Esta investigación se justifica porque será muy útil para futuros estudios relacionados a este tema. Además, va ayudar a la innovación de los tubérculos andinos estudiados (mashua, oca y maca) y que población conozca sus componentes nutricionales que son beneficiosos para la salud, muchas veces puede ayudar a prevenir la anemia, la desnutrición y en el proceso de aprendizaje de los niños. Estos problemas de salud pública afectan directamente el progreso y la calidad de vida de la población, lo que demanda enfoques innovadores de los recursos naturales. En este entorno, la mashua, la oca y la maca emergen como opciones alimenticias funcionales, dotadas de cualidades antioxidantes que podrían contribuir positivamente al bienestar de la

población. A pesar de su riqueza nutricional, estos cultivos han sido subestimados por su limitada rentabilidad económica y por el poco conocimiento sobre sus ventajas. Convertir los tubérculos andinos en componentes para elaborar helados saludables no solo facilitaría su preservación, sino que también incrementaría su valor comercial, generando nuevas fuentes de ingresos para los productores locales. Del mismo modo, este documento presenta la hipótesis de investigación: Los purés y helados elaborados a base tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa Mol*), maca negra y maca amarilla (*Lepidium meyenii*) tienen alto contenido en propiedades fisicoquímicas, compuestos fenólicos, demuestra un elevado poder antioxidante y una aceptación favorable por parte del público. En este sentido, esta investigación no solo amplía el conocimiento sobre las propiedades de los tubérculos andinos, sino que también subraya la importancia de optimizar los procesos de elaboración para maximizar su valor nutricional y aceptación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Chipugsi (2019), en su estudio titulado *“Elaboración de helados artesanales a partir de tubérculos andinos como oca y mashua para el pueblo de Saquisilí en la provincia de Cotopaxi”*, tuvo como objetivo elaborar helados artesanales con tubérculos andinos, para obtener un valor nutricional. El resultado se obtiene en la fase de prueba del proceso productivo, con ayuda de un diagrama de flujo, se siguió una secuencia específica, que permite la elaboración de 3 recetas de helados artesanales. Luego se logró determinar las combinaciones de ingredientes y las cantidades adecuadas para obtener un helado tradicional cuyas propiedades sensoriales agraden al cliente potencial. La fórmula óptima identificada fue la muestra 3, elaborada a base de oca y mashua. Un análisis de laboratorio realizado sobre esta muestra reveló su composición nutricional específica: fibra cruda (8.54 g), calorías (116 kcal), azúcares totales (15.84 g), carbohidratos (22.06 g), cenizas (0.67 g), grasa (2.02 g), humedad (72.94 g) y proteína (2.31 g). Este perfil nutricional sugiere que el consumo de este helado podría contribuir favorablemente al óptimo desarrollo cognitivo y físico.

Espinoza (2017), en su investigación denominada *“Formulación de un helado de leche y castaña (Castanea sativa Miller) y evaluó alternativas para mejorar sus propiedades para la salud”*, lo cual tuvo como objetivo principal seleccionar sensorialmente la receta óptima para un helado de leche entera y castaña, por aditivos más saludables. El autor obtuvo como resultado 8 helados distintos de leche y castañas, que se diferencian de los helados comerciales sin grasa animal. Los valores de extracto seco son los mismos para todas las preparaciones, de 37,1 a 39,8%, por lo que se puede concluir que las composiciones estuvieron suficientemente equilibradas en cuanto a la proporción de materia seca, grasa y agua. Al final de esta investigación, se obtuvo un helado más saludable y conservó razonablemente sus propiedades fisicoquímicas y sensorial.

Pantoja (2019) en su investigación denominada *“Desarrollo de un helado artesanal enriquecido con probióticos”*, el objetivo del estudio fue investigar la viabilidad y estabilidad de un cultivo probiótico comercial en helado artesanal. Para este propósito, se realizó la matriz alimentaria, lo cual se le añadió Bifidobacteria bifidum él se mantuvo a una temperatura de congelación de -10°C durante 30 días. Además, durante

la preparación y activación de la cepa probiótica se analizaron dos concentraciones de grasa en la leche (10% y 25%). En el desarrollo del proyecto, se decidió utilizar el 25%, lo que facilitó mantener un control adecuado sobre este nivel de aceptación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Bravo y Herrera (2023), que en su investigación denominada “*Formulación de helado de arándano (Vaccinium myrtillus) con extracto hidrosoluble y aceite de soya (Glycine max)*”. Tuvo como objetivo principal desarrollar un helado dietético de arándano (*Vaccinium myrtillus*) incorporando aceite y extracto hidrosoluble de soya (*Glycine max*). Obtuvo como resultado que las propiedades fisicoquímicas del helado reflejan pH 4,63, acidez 0,41%, contenido de sólidos totales 16°Brix en la composición óptima y las propiedades nutricionales del helado fueron porcentaje de grasa (1,4), contenido total de polifenoles (15,7 mgGAE/100g) y vitamina C (0,99g/100ml). Los autores llegaron a la conclusión de que partir del análisis experimental realizado en tres formulaciones evaluadas sensorialmente, el mejor tratamiento fue el 9, con una puntuación promedio de 6,4 (gusto moderado - fuerte), que destacó por su olor y sabor.

Chanca (2024), en su investigación denominada “*Optimización de las antocianinas de la mashua morada (Tropaeolum tuberosum) con el fin de desarrollar un pigmento natural para helados*”, tuvo como objetivo mejorar el método de obtener antocianinas de mashua para crear un color de helado natural y usar sus propiedades antioxidantes. Se aplicó un método experimental con la finalidad de fomentar la competitividad en el sector industrial y expandir la diversidad de productos. La mejora fue crucial para obtener un tinte de alta calidad, destacando su beneficio para la salud y su posibilidad en el sector alimenticio. Se evaluaron cuatro técnicas de extracción que consiguieron potenciar al máximo la producción de antocianinas, estableciéndolas como una alternativa saludable y atractiva. El método más eficaz de deshidratación, que implica secar a 50 °C durante 6 horas, consiguió una concentración de 57. 71 mg/kg de antocianinas. La prueba de sabor del helado hecho con este colorante mostró un 90% de aprobación en características como color, sabor, textura, aroma, apariencia y dulzura. La evaluación fisicoquímica del helado reveló datos de proteína (2. 1), humedad (61. 71) y cenizas (0. 63) que se encuentran dentro de un rango aceptable. Estos hallazgos demuestran que la optimización en la extracción de antocianinas y el proceso de acondicionamiento influyen de manera significativa en la calidad del colorante y del helado. La elevada aceptación sensorial y los parámetros fisicoquímicos avalan el

potencial del producto para ser competitivo, fusionando beneficios nutricionales con un atractivo sensorial. El autor llegó a la conclusión de que la posibilidad de incorporar el colorante natural de mashua en helados son una alternativa saludable y atractiva para el sector alimentario.

Cutti (2022) en su investigación titulada “*Influencia del extracto concentrado de ayrampo (Berberis flexuosa) en helado lácteo sobre su aceptación general y propiedades antioxidantes*”, tuvo como objetivo crucial de evaluar la intervención proveniente de la concentración del zumo de ayrampo (*Berberis flexuosa*) en la aceptabilidad general y capacidad antioxidante en el helado de leche. Obtuvo como resultado de que el zumo concentrado de ayrampo, se evidencia que la actividad antioxidante tiene un valor de 0.2214 ± 0.022 mmol Trolox/ml, mientras que, para el extracto alcohólico, la actividad antioxidante es de 38.44 ± 0.28 μ g Trolox/ml como punto de referencia. Cuando el jugo se encuentra en estado concentrado, esto impacta constantemente en su capacidad para actuar como antioxidante. El autor llegó a la conclusión de que la mayor concentración en el jugo de ayrampo la aceptabilidad es mayor en helado de leche con una proporción del 30 % es la mejor. Además, el helado elaborado con zumo concentrado de *Berberis flexuosa* presentó una capacidad antioxidante un 6,68% superior a la del zumo concentrado, con una capacidad antioxidante final de $0,2362 \pm 0,014$ mmol Trolox/ml. Finalmente, se admitió la hipótesis planteada al reemplazar la composición T9 que incluye un 9% de aceite y un 50% de leche por un extracto de soja.

Cuti y Miranda (2021) en su investigación “*Impacto del pretratamiento en el contenido de antocianinas totales para la formulación de una bebida funcional a base de mashua morada (Tropaeolum tuberosum) procedente de Chumbivilcas*”, tuvo como objetivo analizar cómo el acondicionamiento influye en la cantidad total de antocianinas en la producción de una bebida funcional elaborada con mashua morada (*Tropaeolum tuberosum*). Se emplearon tres métodos de acondicionamiento: el secado tradicional al sol (conocido como soleado) y dos procesos de deshidratación controlados a 45 °C y 50 °C, ambos durante seis horas. Estas técnicas buscaban disminuir el sabor picante típico del tubérculo y determinar la reducción de antocianinas. Obtuvo como resultado que la mashua sin acondicionar presentaba 545 mg/L de cianidina-3-glucósido, mientras que el secado al sol redujo esta concentración a 250.26 mg/L, la deshidratación a 45 °C la reducida a 314.6 mg/L y 50 °C bajó a 269.41 mg/L. Además, se reportaron las propiedades fisicoquímicas de la mashua morada fresca: un contenido de humedad del

88.36%, cenizas del 0.95%, carbohidratos del 7.41%, sólidos solubles de 8.3 °Brix y una acidez titulable del 0.01% (expresada como ácido ascórbico).

Choquemamani y Bustinza (2011) en su investigación denominada "*Impacto de la incorporación de harina de cañihua en las características físicas, químicas y microbiológicas del helado*". Según el resultado, utilizaron una estructura compuesta central giratoria (DCCR) para evaluar la harina de cañihua (2, 4 y 6%), los efectos de los tiempos de mezclado (10, 12 y 14 minutos) y las temperaturas de mezclado (-, 6, -8 y -10 °C) para propiedades sensoriales (olor, color, sabor y textura) considerando 20 tratamientos después del diseño estadístico. Los autores llegan a la conclusión de que el porcentaje de cañihua en el helado contribuye significativamente a sus propiedades nutricionales en comparación con otros productos del mismo tipo. La cañahua aporta fibra, lo cual es muy fundamental para la digestión.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Mashua

En el Perú se puede encontrar la producción de mashua como un tubérculo originario que se cultivan las zonas andinas y ha sido considerado fuente de alimento por la población antigua (Gonzales et al., 2020). La mashua, tubérculo originario de los Andes, se caracteriza por su elevada densidad nutricional, debido que está compuesta por proteínas, carbohidratos, vitamina C, fibras y calorías; además tiene buenas propiedades medicinales para aquellas personas que sufren cálculos renales y dolencias prostáticas. Este tubérculo andino exhibe una productividad significativamente mayor que la observada en otras especies del mismo género, destacándose incluso frente a la papa (*Solanum tuberosum*) (Ibarra, 2019).

Figura 1

Variedades de mashua en el valle del anexo de Checche



Nota. Variedades de mashua en el valle del anexo de Checche y su coordenada es (-12.4071459, 74.7796410).

2.2.2. Mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*)

La mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) es un tubérculo andino que siembra cerca de las zonas donde crecen algunos productos andinos. Este producto, ha llegado a ser fundamental en los últimos tiempos debido a su contenido de compuestos bioactivos como polifenoles, antocianinas, carotenoides y glucosinolatos (Aguilar, 2023). Así mismo, este producto es muy rica a nivel nutricional debido a que este alimento contiene proteínas, carbohidratos, almidón, fibra y calorías; su composición incluye proporciones equilibradas de aminoácidos esenciales, destacando además por su elevada concentración de vitaminas C y B. También tiene buenas propiedades medicinales que ayuda a combatir la anemia y el cáncer (Malpartida et al., 2022).

Figura 2

Tubérculo de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*) en el valle del anexo de Checche



Nota. La mashua negra en el valle del anexo de Checche y su coordenada es (-12.4071459, 74.7796410).

2.2.3. Estudio taxonómico de la mashua negra

En la tabla 1 se observa el estudio taxonómico.

Tabla 1

Estructura taxonómico de la mashua negra (Tropaeolom tuberosum)

TAXONOMIA	
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Geraniales
Familia	<i>Tropaeolaceae</i>
Familia	<i>Tropaeolaceae</i>
Género	<i>Tropaeolum</i>
Especie	<i>Tuberosum</i>
Nombre Científico	<i>Tropaeolum tuberosum</i> R&P
Nombre Comunes	Mashua, ñu, cubios, navíos, isaño.

Nota. Guevara, (2023).

2.2.4. Composición química de la mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*)

La estructura química de los tubérculos andinos está influenciada por diversos elementos, tales como el entorno edafoclimático, la especificidad de la variedad, las técnicas de cultivo, los métodos de almacenamiento después de la cosecha y el estado de madurez. Además, representan una fuente importante de retinoides (compuestos derivados del caroteno) y ácido ascórbico, con niveles de este último que son aproximadamente cuatro veces más altos que los reportados en (*Solanum tuberosum*) (Chávez y Mosquera, 2018).

Tabla 2

Composición química de la mashua negra

COMPONENTE	BASE HUMEDA (BH)	
	Rango	Promedio
Humedad (%)	79,1 – 88,8	87,4
Carbohidrato (g)	–	9,8
Proteínas (g)	1,13 - 2,65	1,5
Grasas (g)	-	0,7
Cenizas (g)	0,56 – 1,08	0,6
Fibras (g)	-	0,9
Azucares (g)	5,37- 9,33	-
Potasio (mg)	1,28- 1,76	-
Fosforo (mg)	0,61- 0,83	29

Nota. Chávez y Mosquera, (2018).

2.3 Mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*)

Cultivada por siglos en los Andes del Perú, la mashua amarilla destaca como un tubérculo con un notable aporte proteico (Yaranga, 2019). Se le reconocen propiedades curativas que permiten su uso en el tratamiento de diversas afecciones, como cáncer, problemas pulmonares y cutáneos, además de favorecer la recuperación de heridas internas y externas. Asimismo, se emplea para mitigar molestias renales y vesicales. Un aspecto

peculiar es su capacidad para disminuir el deseo sexual y la función eréctil en hombres, lo cual podría estar relacionado con su elevado contenido de lisina, un aminoácido esencial (Apaza et al., 2020).

Figura 3

Mashua amarilla (Tropaeolum tuberosum) en el valle del anexo de Checche



Nota. Mashua amarilla en el valle del anexo de Checche y su coordenada es (-12.4071459, 74.7796410).

2.3.1. Estudio taxonómico de la mashua amarilla

En la tabla 3 se observa el estudio taxonómico.

Tabla 3

Estructura taxonómico de la mashua amarilla

Taxonomía	
Reino	Plantea
Filo	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Brassicales
Familia	Tropaeolaceae
Genero	<i>Tropaeolum</i>
Especie	<i>T. Tuberosum Ruiz & Pav. 1802</i>

Nota. Saá, (2019).

2.3.2. Composición química mashua amarilla

La mashua amarilla supera a otros tubérculos, como la papa y el olluco, gracias a su destacada composición química. Este producto contiene elevados niveles de proteínas, carbohidratos, almidón, fibra y calorías, además de aportar un equilibrio óptimo de aminoácidos esenciales y ser una fuente significativa de vitaminas C y B (Malpartida et al., 2022).

Por su parte, la mashua amarilla desempeña un papel clave en la nutrición debido a su abundancia en minerales como fósforo, calcio y hierro. Reúne proteínas, carbohidratos, fibra, calorías y antocianinas, compuestos que poseen propiedades curativas al favorecer la producción de colágeno en el cuerpo y proteger el tejido conectivo contra daños causados por antioxidantes, inflamaciones o alergias. Asimismo, contribuye a mejorar la microcirculación en ojos y capilares (Ordoñez, 2020).

Tabla 4*Composición química de la mashua amarilla (g / 100g)*

Elementos	UNALM (2019)	Del águila (2018)	Ruiz & Pavón (2018)
Valor energético	52,0 kcal	75 kcal	4,19-4,64 %
Humedad	86%	80%	85%
Proteína	1,6 g	9,17%	6,9-15,7%
Grasas	0,6 g	0,7 g	0,004%
Carbohidratos	11,6 g	75,40%	69,7-79,5 %
Fibra	0,8 g	5,86%	0,70 %
Cenizas	0,8 g	0,80%	4-6,5%
Calcio	7 g	0,006	0,006
Potasio	-	1,99%	1,99%
Hierro	1,2 g	0,42%	0,42%
Fosforo	42 g	0,32%	0,32%
Magnesio	-	0,11%	0,11%
Manganeso	-	7,00%	7,00%
Zinc	-	48,00%	48,00%
Sodio	-	0,04%	0,04%
Cobre	-	9,00%	9,00%
Tianima	0,06 g	-	-
Riboflavina	0,08 g	-	-
Niacina	0,6 mg	-	-
Almidón %	-	46,96%	20,01-79,46 %
Azucares totales %	-	42,81%	6,77-55,23 %

Nota. Arteaga et al., (2022).

2.4 Oca (*Oxalis tuberosa* Mol.)

Es considerado como tubérculo almidonado que se cultiva en la región andina central entre los 3200 - 3.900 m.s.n.m. Este tubérculo tiene una forma cilíndrica, delgada y larga, exhibe una diversidad de tonalidades que se extienden desde el blanco puro hasta el morado más profundo. En cuanto a su valor nutricional, contiene mucha abundancia en proteínas,

carbohidratos, hierro y principalmente vitamina C. En ese sentido, la oca es muy beneficioso para la salud humana (Gualoto, 2021).

Durante el ciclo anual 2017, en la región administrativa de Huancavelica la producción de la oca fue de 475.55 (t) en la provincia de Tayacaja, seguida de 354.30 (t) en la provincia de Huancavelica, y en comparación con otras provincias su producción fue menor. En ese sentido, se evidencia que la gran mayoría de productores se encuentran en la provincia de Tayacaja y Huancavelica (2006-2017) donde tuvieron la mayor producción en 2013, 2511.47 (t), correspondientes al 85% para el mercado local, 15% para uso como semillas en la próxima campaña. De igual forma se puede concluir que la demanda en estas zonas aún no está satisfecha y la oferta aún es baja (Santivañez, 2019).

Figura 4

Oca (Oxalis tuberosa Mol.) en el valle del anexo de Checche



Nota. Oca en el valle del anexo de Checche y su coordenada es (-12.4071459, 74.7796410).

2.4.1. Estudio taxonómico de la oca

En la tabla 5 se observa el estudio taxonómico.

Tabla 5

Taxonomía de la oca

Taxonomía	
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophita
Clase	Agnoliopsida
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Genero	Oxalis
Especie	<i>(Oxalis tuberosa Mol)</i>
Nombre Vulgar	Oca, recibe también el nombre de O'qa, okka (quechua); apiña, kawi (aymara)

Nota. Santivañez, (2019).

2.4.2. Valor nutricional

La oca (*Oxalis tuberosa*), es considerada como un tubérculo que se cultiva con más frecuencia en las zonas altoandinas, debido a que el clima es favorable para el desarrollo de este producto. La oca generalmente tiene el color amarillo, en algunas ocasiones tiene un color rojo o naranja. Además, este tubérculo tiene una forma delgada y larga. La oca tiene un alto contenido en vitamina C y en hierro. Además, tiene un alto compuesto en antocianinas y carotenoides. También es rico en vitaminas K y A (Guatolo, 2021).

Tabla 6*Valor nutricional de la oca*

Valores Nutricionales (% por cada 100 g)	(León et al. 2011)	(Espín, et al. 2001)	(Pálate, 2013)	(Hanco & Mamani 2017)	(Robles, 2016)	Promedio y desviación estándar
Proteína (%)	5.82	4.6	3.84	6.87	5.91	5.40±1.19
Carbohidrato (%)	78.8	88.19	88.46	82.29	82.42	84.03±4.18
Fibra (%)	5.9	2.16	2.74	3.37	5.91	4.01±1.78
Grasa (%)	3.55	1.66	0.54	1.65	3.55	2.19±1.32
Humedad (%)	86.79	77.73	82.4	77.46	61	77.07±9.77
Ceniza (%)	5.9	3.39	4.39	5.5	5.91	5.01±1.10

Nota. Gualoto, (2021).

2.4.3. Usos

Estudios etnobotánicos documentan el empleo tradicional de *Oxalis tuberosa* en comunidades andinas como coadyuvante en el tratamiento de afecciones dermatológicas ulcerosas y procesos de recuperación posparto (Chirinos et al., 2009).

2.5 La maca negra y amarilla (*Lepidium meyenii*)

Son productos procedentes de los andes peruanos que son muy resistentes los fenómenos meteorológicos y eventos como son el cambio de temperatura, las precipitaciones, los granizos, las heladas y las sequías prolongadas. Estos productos se desarrollan entre los 3800-4500 m.s.n.m y se cultivan desde la época de los Incas. La maca no solo tiene un valor nutricional, sino también contiene propiedades medicinales (Gonzales et al., 2014). Los fitoquímicos presentes en esta especie andina median sus propiedades bioactivas documentadas terapéuticamente (incremento de niveles de energía, actividad antioxidante, aumento de la fertilidad y tasa de crecimiento), que incluyen: esteroides, glucosinolatos, ácidos grasos (maseno), alcaloides (lepidilina A y B, macaridina), polifenoles y sus correspondientes amidas (macamida) (Sifuentes et al., 2015).

Figura 5

Variedad de maca (*Lepidium meyenii*) en el valle del anexo de Checche



Nota. Variedad de maca del anexo de Checche y su coordenada (-12.4071459, 74.7796410).

2.5.1. Estudio taxonómico de la maca

En la tabla 7 se observa el estudio taxonómico.

Tabla 7

Taxonomía de la maca

Taxonomía	
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida o Dicotiledonea
Sub-Clase	Dilleniidae
Orden	Capparales
Familia	Brassicaceae o Crucífera
Tribu	Lepidieae
Especie	<i>Lepidium sp.</i>
Nombre Común	Maca

Nota. Aliaga, (2014).

2.5.2. Valor nutricional de la maca

El valor nutricional de la maca deshidratada y extruida, se genera una disminución del contenido de proteína, grasas, fibra cruda a causa del proceso de extruido. Generalmente esta disminución se puede dar por el incremento de la humedad al momento de someter a la maca a la extrusión (Baquerizo et al., 2021).

Tabla 8

Composición química de la maca

	Harina de maca negra deshidratada	Harina de maca negra extruida
Humedad	6.85±0.02	13.63±0.04
Proteína total (N x 6.25)	13.21±0.02	11.62±0.03
Grasa	0.63±0.02	0.55±0.02
Fibra cruda	5.10±0.12	4.89±0.05
Ceniza	4.86±0.05	4.28±0.08
Carbohidrato	69.35±0.09	65.03±0.12
Calcio	0.27±0.05	0.34±0.04
Fosforo	0.32±0.04	0.31±0.03
Hierro (mg/100g)	33.33±0.20	30.71±0.14

Nota. Baquerizo et al., (2021).

2.6 Helado

El helado es definido como un producto alimenticio congelado en forma sólido o pastoso. Su formulación se fundamenta en un sistema coloidal lipoproteico, complementado con componentes lácteos variables que incluyen derivados de leche entera, desnatada o sueros proteicos, grasa láctea, grasa vegetal desodorizada, edulcorantes, agua, jugos, pulpa de fruta, frutos andinos, huevos, chocolate y nueces. Por otro lado, entre sus características generales contiene un olor colorido, una textura suave, una hermosa apariencia y una consistencia uniforme; tampoco debe contener hielo ni cristales de lactosa; finalmente deben ser partículas sin grasa (Olortegui, 2015).

2.6.1 Normas técnicas de elaboración de Helados

La Norma Técnica Peruana NTP 202.057 (Instituto Nacional de Calidad, 2006) especifica un contenido lipídico del 8% al 9% para helados de crema, parámetro satisfecho consistentemente por las formulaciones experimentales evaluadas.

La Norma técnica Peruana NTP 202. 057, (2006). El producto final se almacena en un entorno frío de larga duración, como -18 ° C para helados o -5 ° C para mantenimiento de la cadena fría continua y suave para evitar variaciones de calidad o crecimiento microbiano.

2.7 Compuestos fenólicos

Se define como compuestos fenólicos a los metabolitos con mayor cantidad en las plantas, asimismo se hallan en variedades vegetales. Además, estas contienen configuración química habitual abarca el núcleo aromático con reemplazante de hidroxilo. Las categorías más importantes y fundamentales son fenoles carboxílicos, los polifenoles tánicos, los compuestos estilbenos y los compuestos lignoídicos (Ayad y Akal, 2019). Se ha tomado mayor importancia y atención a los compuestos fenólicos por las propiedades de los antioxidantes, efectos antimicrobianos, efectos antiinflamatorios, propiedades anticancerígenas y propiedades cardioprotectoras (López y Fernanda, 2023).

2.7.1. Método Folin Ciocalteu

El ensayo Folin –Ciocalteu es una herramienta que sirve para medir la composición de compuestos en productos de origen en alimentos. Es muy fundamental precisar que los compuestos fenólicos presentan una reacción química con el reactivo de Folin-Ciocalteu bajo condiciones de pH básico. Este procedimiento produce una apariencia de color azul que se mide mediante espectrofotometría con una medida de onda de 765 nm. El reactivo Folin-Ciocalteu posee una mezcla de wolframato sódico con molibdato sódico (García et al., 2015).

2.8 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante se calcula cuando se oxida la molécula de investigación y el parámetro de modificación se mide cuando se evalúa la muestra (Quintanar y Calderon, 2009).

La actividad antioxidante cuantifica la aptitud de metabolitos bioactivos alimentarios para neutralizar especies oxidantes reactivas, función fisiológicamente relevante en la protección celular contra estrés oxidativo asociado a patologías como

Alzheimer, cáncer y trastornos cardiovasculares. Consecuentemente, resulta fundamental comprender los mecanismos fisiopatológicos mediante los cuales estas moléculas retardan, inhiben o revierten la peroxidación de sustratos biológicos. Evidencia científica confirma que sistemas antioxidantes endógenos y dietarios mantienen la homeostasis redox mediante eliminación de radicales libres (Martínez et al., 2022).

La actividad antioxidante está influenciada por diversos factores, empezando por las características intrínsecas de los sustratos, el grado o etapa de oxidación y la ubicación de los antioxidantes, que pueden ser hidrofílicos o lipofílicos. Debido a esta complejidad, no se ha establecido un método universal para evaluar la capacidad antioxidante, ni una única técnica para obtener extractos antioxidantes. Por ello, se han desarrollado numerosas adaptaciones de metodologías que han sido investigadas y validadas para ajustarse a las particularidades de cada caso (Romero, 2024)

2.8.1. Método ORAC

El ensayo ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) cuantifica la degradación de fluorescencia causada por desnaturalización proteica inducida por radicales peróxido ($\text{ROO}\cdot$), midiendo la capacidad antioxidante mediante transferencia de hidrógeno atómico ($\text{H}\cdot$). Esta metodología detecta la inhibición de la síntesis de productos no fluorescentes derivados de fluoresceína durante la peroxidación. La protección antioxidante se determina por la reducción en la pérdida de señal fluorescente, reflejando directamente la eficacia de los compuestos muestrales para prevenir daño oxidativo en biomacromoléculas (Jiménez et al., 2022).

Los ensayos ORAC proporcionan una forma sencilla y rápida de comparar la capacidad de eliminación de especies de radicales de oxígeno (ROS) biológicamente relevantes y compuestos o muestras con propiedades antioxidantes. Son métodos de detección útiles antes de recurrir a ensayos basados en células asociados con una mayor complejidad operativa. Además, los métodos de detección ORAC son adecuados para estudios comparativos de estructura-actividad de compuestos aromáticos y actividad antioxidante potencial. Brevemente, se mide la protección que proporciona un antioxidante a una molécula frente a radicales de oxígeno ROS (Gregorio et al., 2020).

2.9 Marco conceptual

2.9.1. Mashua negra

La mashua de pigmentación oscura representa un ecotipo específico dentro del complejo de tubérculos domesticados en los Andes. Este producto mayormente es consumido por personas que pertenecen a una comunidad nativa. Sin embargo, este producto se está extinguiéndose debido que el tubérculo ha disminuido en su producción (Fernández et al., 2024).

2.9.2. Mashua amarilla

La mashua amarilla es un producto perteneciente al grupo de los tubérculos que se cultivan en las áreas de gran altitud en la sierra del Perú. Este producto presenta una elevada concentración nutricional y balance pertinente de aminoácidos, así como también tiene un alto valor en compuestos fenólicos y capacidad antioxidante (Torre, 2021).

2.9.3. Oca

La oca (*OxalituberosaMol*) es considerada como un tubérculo que se cultiva con más frecuencia en las zonas altoandinas ocupando el tercer lugar, solo es superado por la papa y el olluco. Además, este tubérculo contiene niveles elevados en minerales, carbohidratos y proteínas (Nuñez, 2015).

2.9.4. Maca negra

Este tubérculo, conocido como maca (*Lepidium meyenii*), se produce mediante cultivo agrícola aproximadamente a 3500 hasta 5000 m.s.n.m. En la historia este producto se ha utilizado como un nutriente y tener una función medicinal para poder prevenir y sanar muchas enfermedades, ya que mejora la energía y fertilidad (Minich, 2024).

2.9.5. Maca amarilla

La maca amarilla es un tubérculo que tiene alto contenido de propiedades medicinales, lo cual ha sido considerado muy fundamental durante los últimos años. Científicamente este producto tiene un efecto sobre la espermatogénesis, así como

también combate el estrés y reduce la expansión celular atípica que ocurre en la próstata (Paredes, 2018).

2.9.6. Compuestos fenólicos

Los metabolitos secundarios fenólicos, clasificados estructuralmente como polifenoles cumplen un rol de tareas en los seres humanos. Estas forman parte de uno miembros de las familias más inmensas de fitoquímicos. En alimentos los compuestos fenólicos se pueden hallar de manera autónoma, separables compatibilizado produciendo glucósidos o insolubles vinculados, en la gran mayoría enlazados a la fibra (Ruiz, 2022).

2.9.7. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de productos de origen vegetal proviene de la aglomeración de una interacción sinérgica de una extensa selección de compuestos protectores contra la oxidación tales como son la vitamina C y E, Compuestos fenólicos, pigmentos vegetales, compuestos isoprenoides, productos de la reacción de Maillard, y oligoelementos. Estos agentes que previenen la oxidación de los alimentos tienen una función principal en el control de enfermedades vinculados con el estrés celular por oxidación (Pesantes y Tejada, 2021).

2.9.8. Humedad

La humedad como parámetro analítico define protocolos prioritarios en caracterización de sustancias y útiles para el procesamiento, el control y la conservación de los alimentos, debido el agua representa el constituyente principal en numerosos sustratos alimenticios, determinando sus propiedades fisicoquímicas fundamentales (Zamora et al., 2021).

2.9.9. Proteína

Los ensayos de proteína total mantienen su estatus como metodología preferencial en análisis proximal, particularmente para cuantificación gravimétrica en alimentos (ISO 20483:2013). Por lo general, la digestión se realiza a 420°C durante 6 horas (Angeles, 2020).

2.9.10. Ceniza

La ceniza se define como el residuo inorgánico que se produce posteriormente al eliminar completamente los compuestos orgánicos presentes en la muestra a una máxima temperatura de 550 °C durante 4 h en una mufla. Sin embargo, es importante considerar que este residuo no se hallan los mismos componentes que en la muestra intacta, debido a las pérdidas de volatilización y a la conversión e interacción entre los elementos químicos (Márquez, 2014).

2.9.11. Grasa

La grasa en los helados puede disminuir a través de la sustitución total o parcial de ingredientes de energía reducida. Estos ingredientes funcionales incluyen ésteres de poliglicerol, micropartículas proteicas y gomas hidrolizadas que emulan comportamiento graso en fase acuosa capaces de replicar las características físicas y sensoriales de la grasa (Rodríguez, 2019).

2.9.12. Carbohidrato

Los carbohidratos son macromoléculas que se encuentran en casi todos los alimentos destinados al consumo humano compuestos de carbono, hidrogeno y oxigeno de manera esencial (Zamora et al., 2021).

2.9.13. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es un conjunto de técnicas para medir con precisión las respuestas de las personas a los alimentos. Esta técnica minimiza los efectos sesgados que tiene la marca del producto o alguna información que pueda intervenir en la percepción del consumidor (Severiano, 2021).

2.9.14. Método estadístico

Según Hinkelman y Kempthorne (1994), el Diseño Completamente al Azar (DCA) es un bosquejo donde se modela un estudio experimental en las cuales se encargan de una forma condicionada a los tratamientos respaldando que independientemente posea equivalente eventualidad de adquirir cualquier procedimiento

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de investigación

Esta investigación es de tipo aplicada, debido a que la evolución del entendimiento científico contribuye a las áreas de producción de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla

Esta investigación es nivel experimental, ya que la información recolectada es mediante la verificación de fenómenos con la utilización de variables donde los datos y los resultados se pueden contar (Anexo 11).

3.2 Población

La población que se tomó para el estudio está conformada por tubérculos de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla proveniente del anexo de Checche que forma parte del distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, ubicado en el departamento de Huancavelica. Estos tubérculos son cultivados a una altitud de 4180 m.s.n.m y coordenada; -12.4071459, 74.7796410; cuenta con una amplia biodiversidad, razón por la cual es productora de tubérculos andinos.

Figura 6

Población productora de tubérculos andinos Checche- Colcabamba



Nota. Producción de tubérculos andinos

3.3 Lugar de ejecución

En el marco de la presente investigación, la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, la cuantificación de compuestos fenólicos y la medición de la capacidad antioxidante se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) y del Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial de Chimbote (IITA). Estos análisis se aplicaron en muestras de purés y helados elaborados con tubérculos andinos.

3.4 Materiales y equipos

3.4.1. Materiales

- Termómetro Browne Análogo de cocina
- Tamiz Plástico
- Bowls 5 litros
- Cuchara
- Olla de 20 litros
- Cuchara de madera 60 centímetros
- Matraz de 250 mL
- Bolsas herméticas
- Probeta (250 mL),
- Recipiente de bronce 4 litros
- Cuchillos
- Bureta
- Recipiente de polipropileno
- Refractómetro
- Densímetro
- Micropipeta (100 uL, 1000 uL)
- Vaso de precipitados
- Tubo de ensayo
- Cronómetro
- Viales de Pyrex
- Microplaca oscura
- Materiales de vidrio

- Tubos de falcón
- Placa de Petri

3.4.2. Equipos

- Licuadora industrial 1.30 ml, OSTER (Modelo: SKYMSSEN)
- Congeladora, DAKOTA (Modelo: DK-335)
- Batidora de helados LOCK (Modelo: LOCK 200)
- Mufla, PROTHRM, (Modelo FB1414M)
- Estufa, POL-EKO (Modelo: SLW 115STD)
- Lector multimodal, SYNERGY (Modelo Synergy LX)
- Soxhlet, FOSS (Modelo: Soxtee)
- Centrifuga, BECKMAN COULTER (Modelo: Avanti J-26S)
- Campana desecadora, NALGENE (Modelo: PP/PC)
- Equipo dumas, LECO (Modelo: Celtic 1800)
- Brixómetro escala 1-30, F. MANTEY (Modelo: de 1 a 30 °Brix)
- Butirómetro, BLAMIS (Modelo: 03.0318)
- Baño ultrasónico, BRANSONIC (Modelo CPXH 1800H)
- Baño María, VOLLRATH (Modelo: 71001)
- pH-metro, METROHM (Modelo: 780 pH-Meter)
- Balanza Analítica, PRECISA (Modelo LX 220A)
- Espectrofotómetro, UV-Vis (Modelo: 2800)

3.4.3. Reactivos

- Éter de petróleo
- Acido gálico (450 ug/mL)
- Metanol (50 mL)
- Trolox (1 mM)
- Acetona (70 mL)
- Eter de petróleo
- Carbonato de Sodio (NaCO₃) 20%.
- Folin-Ciocalteu 5 mL
- Bicarbonato de sodio 50μL
- Hidróxido de sodio

- Ácido sulfúrico
- Acido perclórico
- Agua destilada 50 mL
- Alcohol etílico 96%

3.5 Método de análisis

3.5.1. Evaluación fisicoquímica de purés a base de tubérculos andinos

La caracterización fisicoquímica en los purés fue realizada en la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (UNAT) y en el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (UNS). En la siguiente sección se especifican las metodologías analíticas aplicadas.

- **Humedad:**

La determinación de humedad en purés se realizó según INACAL (2018) con la metodología descrita por la norma técnica peruana NTP 209.067 (2018). Se tomó las cinco muestras. Se puso 5,01g de puré en cada placa Petri y se llevó a la estufa a 130 °C por un tiempo de 5 horas, una vez concluido la hora se llevó a la campana desecadora dejándolo enfriar durante 20 minutos. Los procedimientos se hicieron por triplicado para tener mayor exactitud. La humedad se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%H = \frac{w1 - w2}{w1 - w0} \times 100$$

Donde:

H: % de humedad en base húmeda

W0: Peso de la placa Petri g

W1: Muestra húmeda inicial g

W2: Muestra seca final g

- **Grasa:**

Para determinar la cantidad total de grasa en purés de tubérculos andinos, se utilizó la técnica de la NTP 202.136 (2025). Se peso 5.0 g de muestra seca. Luego, se colocó la muestra en un capachito de papel filtro. Después, se llevó a cabo la extracción utilizando un equipo Soxhlet y se incorporaron 200 mL de disolvente (éter de petróleo). Luego del

proceso de extracción durante 6 horas el disolvente fue removido por evaporación y la grasa de residuo se pesó. Este proceso se realizó por 3 veces. Se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%G = \frac{M2 - M1}{MO} x 100$$

Donde: Porcentaje G: Porcentaje de grasa en base húmeda.

Mo: Muestra inicial (g)

M1: Peso del balón vacío (g)

M2: Peso del balón con grasa (g)

- **Ceniza:**

Se utilizó la metodología NTP 205.038 (2016) para la determinación de cenizas de purés. Se pesó 3.05 g de muestra en un crisol de porcelana seca. Posterior a ello se llevó a una mufla a 500 °C por cinco horas, una vez finalizado la hora se deja enfriar en un desecador por 30 minutos y se pesó. Este proceso se realizó por triplicado. Se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%C = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso crisol}}{\text{Peso inicial}} x 100$$

- **Proteína:**

Se utilizó la metodología NTP 202.193:(2020) para la determinación de proteínas de pures por el método Dumas (Kjeldahl), se realizó el peso de 5 g de puré, luego se colocó en el balón Kjeldahl, añadiendo una tableta y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se realizo la mezcla durante 2 horas. Se agrego 50 mL de agua destilada y 150 mL de NaOH y se logró llevar a un destilador, para hacer mediante una destilación arrastre por vapor. Luego el hidróxido de amonio recibió 50 mL de ácido bórico conteniendo 3 gotas mixtos hasta obtener un volumen de destilado de 200mL y el destilado se tituló con HCl 0.1N. Este proceso se realizó por triplicado. Se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%N = \frac{Vg \times N \times 14 \times 100}{1000 \times W}$$

También para calcular la proteína se determinó mediante la siguiente formula:

$$\% P = \% N (\text{total}) \times 6.25$$

Donde:

%N: porcentaje de nitrógeno

Vg: volumen de ácido clorhídrico

N: Normalidad de ácido clorhídrico

W: peso de muestra

- **Carbohidrato:** Para determinar el porcentaje de carbohidrato se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% H + \% G + \% C + \% P)$$

H: Humedad / G: Grasa / C: Cenizas / P: Proteína

3.5.2. Evaluación fisicoquímica de helados a base de tubérculos andinos

La caracterización fisicoquímica de los helados fue realizada en la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (UNAT) y en el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (UNS). En la siguiente sección se especifican las metodologías analíticas aplicadas.

- **Humedad:**

La determinación de humedad en helados se realizó según INACAL (2018) con la metodología descrita por la norma técnica peruana NTP 209.067. Se tomó las cinco muestras. Se puso 3,01g del helado en la placa Petri y se llevó a la estufa a 105 °C por un tiempo de 5 horas, una vez concluido la hora se llevó a la campana desecadora dejándolo enfriar durante 20 minutos. Los procedimientos se hicieron por triplicado para tener mayor exactitud. La humedad se determinó mediante la siguiente fórmula.

$$\%H = \frac{w1 - w2}{w1 - w0} \times 100$$

Donde:

H: % de humedad en base húmeda

W0: Peso de la placa Petri g

W1: Muestra húmeda inicial g

W2: Muestra seca final g

- **Grasa:**

Para determinar la grasa total por el método Gerber en los helados de tubérculos andinos se realizó mediante la metodología de la NTP 202.136 (2025). Se obtuvo 10ml de ácido sulfúrico en el butirómetro luego 10ml de la muestra de helado y 1ml de hexano. Posterior a ello se agito la muestra y se la pondrá a baño maría a 65°C; una vez homogenizada la muestra se centrifugará por cinco min a 65°C. Transcurrido este tiempo se dejará enfriar y se procederá a la lectura del contenido total de grasa en la escala del butirómetro.

- **Ceniza:**

Se utilizó la metodología NTP 205.038 (2016) para la determinación de cenizas en helados. Se pesó 3.05 g de muestra en un crisol de porcelana seca. Posterior a ello se llevó a una mufla a 500 °C por cinco horas, una vez finalizado la hora se deja enfriar en un desecador por 30 minutos y se pesó. Este proceso se realizó por triplicado. Se determinó mediante la siguiente formula.

$$\%C = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso crisol}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- **Proteína:**

Se utilizó la metodología NTP 202.193:(2020) para la determinación de proteínas de helados por el método Dumas (Kjeldahl), se realizó el peso de 5 g de helado, luego se colocó en el balón Kjeldahl, añadiendo una tableta y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se realizo la mezcla durante 2 horas. Se agrego 50 mL de agua destilada y 150 mL de NaOH y se logró llevar a un destilador, para hacer mediante una destilación arrastre por vapor. Luego el hidróxido de amonio recibió 50 mL de ácido bórico conteniendo 3 gotas mixtos hasta obtener un volumen de destilado de 200mL y el

destilado se tituló con HCl 0.1N. Este proceso se realizó por triplicado. Se determinó mediante la siguiente fórmula el nitrógeno.

$$\%N = \frac{Vg \times N \times 14 \times 100}{1000 \times W}$$

También para calcular la proteína se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% P = \%N (\text{total}) \times 6.25$$

Donde:

%N: porcentaje de nitrógeno

Vg: volumen de ácido clorhídrico

N: Normalidad de ácido clorhídrico

W: peso de muestra

- **Carbohidrato:** Para determinar el porcentaje de carbohidrato se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% H + \% G + \% C + \% P)$$

H: Humedad / G: Grasa / C: Cenizas / P: Proteína

3.5.3. Evaluación cuantitativa de fenoles en purés y helados elaborados con tubérculos andinos

La evaluación cuantitativa de los compuestos fenólicos se realizó en el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (UNS). En la siguiente sección se especifican las metodologías analíticas aplicadas.

La cuantificación de los compuestos fenólicos se realizó adaptando el procedimiento de Folin-Ciocalteu reportado por Mauricio et al. (2023). La preparación de reactivos incluyó: a) una disolución de ácido gálico (0.0225 g en 50 mL de agua destilada); b) una solución de carbonato de sodio al 20% (p/v), obtenida disolviendo 20 g de Na₂CO₃ en 10 mL de agua destilada y sometiéndola a sonicación durante 5 minutos; y c) una dilución del reactivo Folin-Ciocalteu comercial 5 mL aforados con agua destilada hasta un volumen final de 50 mL.

Se dispusieron seis tubos de ensayo para generar la curva de calibración. En cada tubo se incorporaron volúmenes graduados de una solución patrón de ácido gálico, alcanzando concentraciones finales de 20, 40, 60, 80, 100 y 120 µg/mL. Este rango se seleccionó para establecer una correlación representativa entre la absorbancia y la concentración de polifenoles. Posteriormente, se añadieron 1000 µL de agua destilada y 50 µL de solución de carbonato de sodio a cada tubo, permitiendo que las mezclas reposaran durante 5 minutos. Tras este intervalo, se agregaron 100 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu, y las muestras se mantuvieron en reacción a temperatura ambiente durante 60 minutos.

Paralelamente, se preparó un tubo control (blanco) replicando el procedimiento descrito, pero omitiendo la solución patrón de ácido gálico. Finalizado el tiempo de reacción, se transfirieron alícuotas de 200 µL de cada tubo a una microplaca de 96 pocillos. La absorbancia se registró a 735 nm utilizando un espectrofotómetro. Estos valores permitieron construir la curva de calibración y cuantificar los polifenoles en las muestras, expresados en equivalentes de ácido gálico (EAG).

3.5.4. Evaluación de la actividad antioxidante mediante el método ORAC en pures y helados elaborados con tubérculos andinos

La evaluación de la capacidad antioxidante se realizó en el Instituto de Investigación Tecnológico Agroindustrial (UNS). En la siguiente sección se especifican las metodologías analíticas aplicadas.

La evaluación de la capacidad antioxidante se realizó utilizando el ensayo ORAC (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno), siguiendo la metodología establecida por Mauricio et al. (2023) con ligeras adaptaciones.

La determinación de la capacidad antioxidante implicó distribuir las muestras en microplacas de 96 pocillos. La fluorescencia se midió minuto a minuto con el lector Synergy HT, utilizando longitudes de onda de excitación a 485 nm y emisión a 520 nm. El equipo se operó empleando el software Gen5. Los resultados se reportaron en micromoles de equivalentes de Trolox (TE) por gramo de peso seco.

3.5.5. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó mediante una degustación por 90 panelistas de 18 a 45 años no entrenados de ambos sexos conformado por personal administrativo, docentes y estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo.

Cada evaluador valoró los atributos sensoriales clave de los helados (color, sabor, textura y aceptabilidad general) utilizando la Escala Hedónica estructurada de 5 puntos, donde 1 indicaba "Me disgusta muchísimo", 2 "Me disgusta poco", 3 "No me gusta/no me disgusta", 4 "Me gusta moderadamente" y 5 "Me gusta muchísimo". Para realizar la evaluación sensorial se utilizó el enfoque no paramétrico de Kruskal Wallis que posibilita conocer si existen distinciones sustanciales en sus dispersiones y valores centrales.

3.6 Metodología experimental

3.6.1. Adquisición de tubérculos andinos

Los tubérculos andinos utilizados en este estudio procedieron del anexo de Checche (distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica). Posteriormente, los tubérculos andinos obtenidos fueron sellados en bolsas herméticas de alta densidad y transportados al Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. En el laboratorio las muestras fueron seleccionados eliminando toda la suciedad y partículas dañados. Seguidamente se hizo puré de cada uno de los tubérculos andinos y para su conservación, el material se preservó en bolsas herméticas bajo condiciones ambientales hasta el momento de comenzar los análisis.

3.6.2. Procesamiento inicial de las muestras

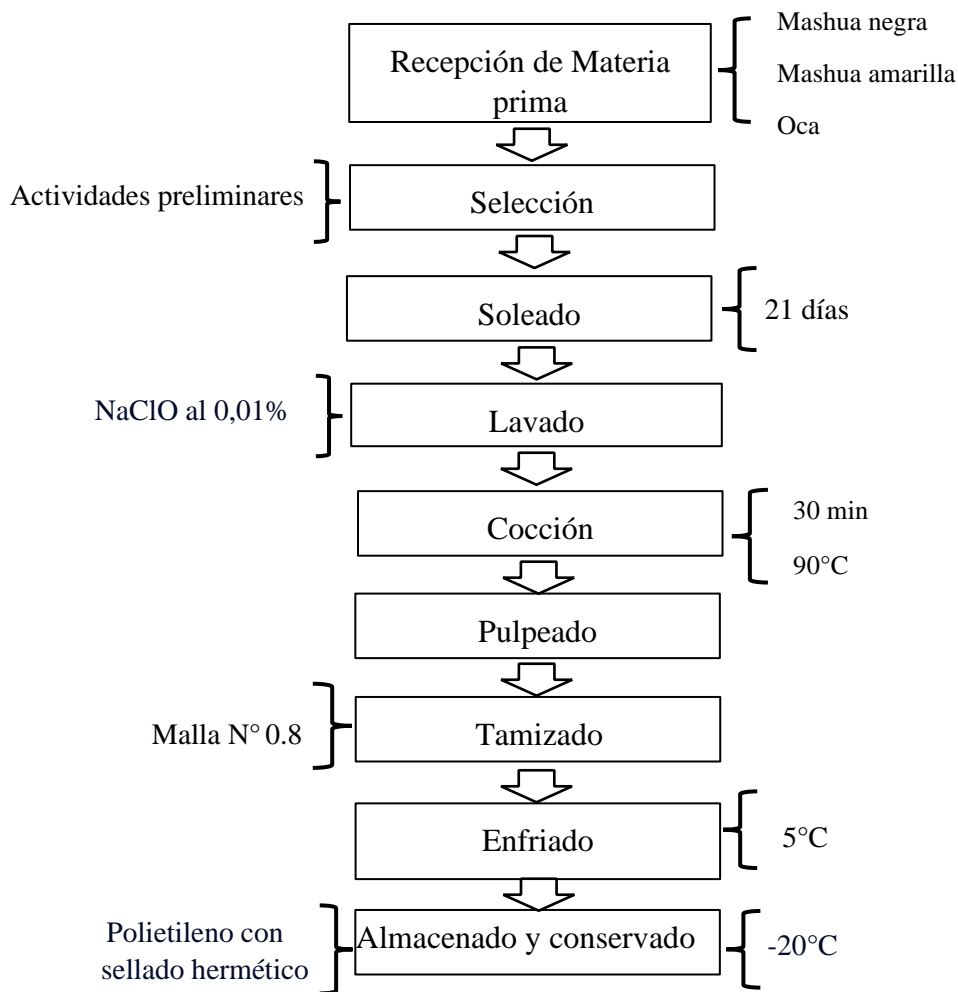
Previo a la elaboración de purés, los ejemplares de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla) fueron sometidos a un proceso de desamargado para neutralizar el efecto de las saponinas, las cuales dificultan su ingesta frecuente.

3.6.3. Esquema gráfico del procedimiento para la obtención de puré de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*), mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*)

La elaboración de puré de mashua negra (*Tropaeolum tuberosum*), mashua amarilla (*Tropaeolum tuberosum*) y oca (*Oxalis tuberosa*) se realizó mediante el protocolo descrito por Pacco (2015), incorporando ajustes metodológicos específicos que se detallan en la Figura 7.

Figura 7

Flujograma para la producción de puré de mashua negra, mashua amarilla y oca



Seguidamente, se explica cada operación para la obtención del puré de mashua negra, mashua amarilla y oca según el diagrama de flujo.

Recepción: El material de estudio para esta investigación se obtuvo del anexo de Checche, localizado en el distrito de Colcabamba, provincia de Tayacaja (departamento de Huancavelica).

Selección: Se seleccionó de forma manual separando los productos (mashua negra, mashua amarilla y oca) que muestran evidencias de desgaste, daños físicos, fracturas y decoloraciones verdosas.

Soleado: La mashua se expuso al sol por 21 días para recibir calor inducido con el propósito de reducir los niveles de ácido oxálico e incrementar la concentración de azúcares. De esta manera reduce el sabor amargo que producen.

Lavado: La mashua se desinfecto con agua potable fría, acompañado de una ligera escobillada y luego se le sumergió con el hipoclorito de sodio de 0.01% durante 12 minutos para reducir cualquier posible carga microbiana.

Cocción: Se realizó en una olla industrial donde el agua es 1/1 de la materia prima, fue expuesta a una temperatura constante de 90 grados Celsius (°C) por un lapso de 30 minutos y de igual manera se reduce la cantidad de microorganismos.

Pulpeado: Terminado la cocción, se procedió a su retiro del agua para licuar la mashua y oca cocida utilizando una licuadora semiindustrial para obtener el pure de la mashua.

Tamizado: El puré de mashua y oca, una vez obtenido, fue pasado por un tamiz de 0,8 hasta obtener un espesor fino.

Enfriado: El proceso de enfriamiento se mantuvo a 5 °C, utilizando contenedores de polietileno con sellado hermético para el almacenamiento.

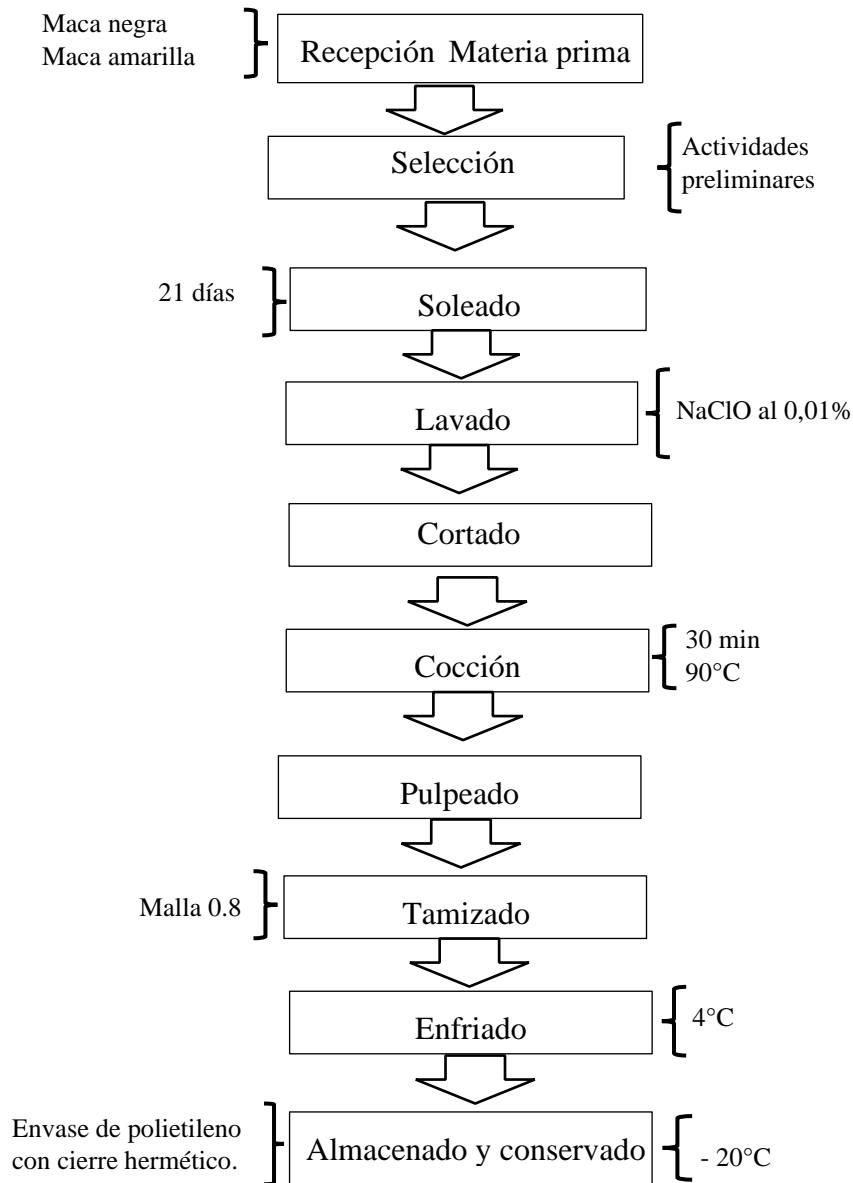
Conservado: Para su conservación, las muestras se mantuvieron en un congelador a -20°C hasta su posterior análisis.

3.6.4. Esquema de secuencia operacional para la producción de puré a partir de maca negra y maca amarilla (*Lepidium meyenii*).

El procedimiento experimental se basó en el marco metodológico propuesto por Quispe (2022), incorporando adaptaciones específicas detalladas en la Figura.

Figura 8

Flujograma del procedimiento de producción de puré a partir de maca negra y maca amarilla.



Seguidamente, se explica cada proceso para la obtención de puré de maca negra y maca amarilla según la representación gráfica de procesos presentada en la Figura 8.

Recepción: La materia prima utilizada en este estudio se obtuvo del departamento de Huancavelica, provincia de Tayacaja, distrito de Colcabamba, específicamente del anexo de Checche.

Selección: Se seleccionó de forma manual de los tubérculos maca, descartando aquellos ejemplares que presentaban indicios de deterioro, daños físicos, fisuras o pigmentación verdosa.

Soleado: La maca se expuso al sol por 21 días para recibir calor inducido, disminuyendo las sustancias de ácido oxálico y aumentando el contenido de azúcar, de esta manera reduce el sabor amargo que producen.

Lavado: Las raíces se desinfecto mediante lavado con agua potable fría, seguido de un cepillado suave con instrumento de cerdas blandas. Posteriormente, se procederá a su inmersión completa en solución acuosa

Cortado: El cortado se realizó mediante un cuchillo de acero inoxidable para reducir el tamaño de la maca en pequeñas rodajas, ya que este proceso facilita menos tiempo en la cocción.

Cocción: La maca en rodajas pequeñas fue agregado a una olla industrial con una mínima cantidad de agua a una temperatura de 90 °C por 30 minutos.

Pulpeado: La maca ya pasada por la cocción se hizo el licuado en una licuadora semi industrial para obtener el pure.

Tamizado: Ya obtenido el pure se realizó el tamizado en las mallas de tamiz de 0.8 hasta obtener un espesor fino.

Enfriado: El material fue enfriado hasta alcanzar los 4°C y posteriormente almacenado en un envase de polietileno con cierre hermético.

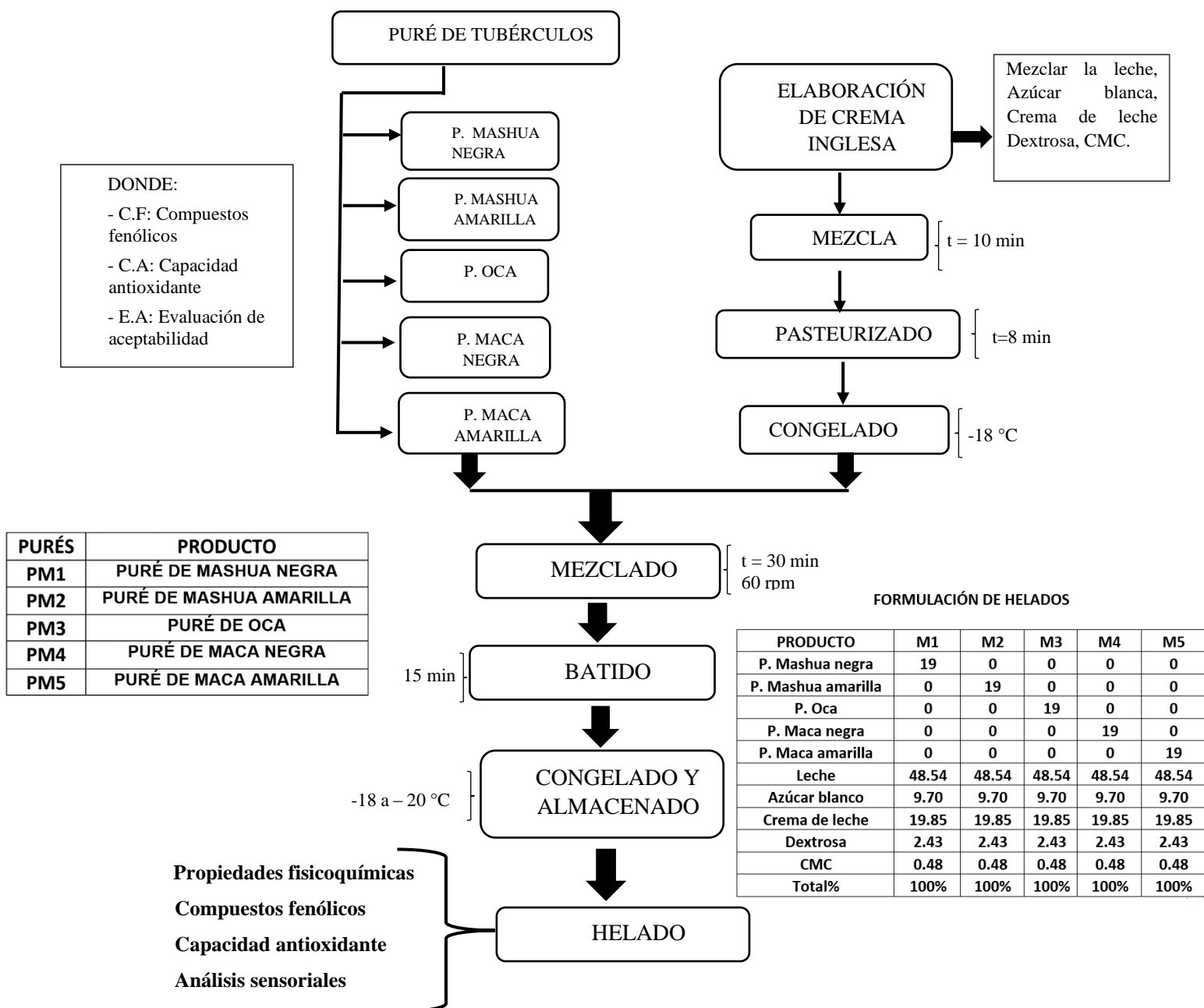
Conservado: Las muestras se conservaron a una temperatura de -20 °C en congelación para su análisis posterior.

3.6.5. Diagrama de flujo del proceso de producción de helado a base de tubérculos andinos

Proceso de elaboración de los helados a base de puré de mashua negra, mashua amarilla, de oca, maca negra y maca amarilla.

Figura 9

Diagrama de flujo del proceso de producción de helado a base de tubérculos andinos



Seguidamente, se explica cada proceso para la elaboración de helados formulados a partir de tubérculos andinos.

- **Mezcla**

Se mezcló el pure con una cantidad de 19% de cada tubérculo, posteriormente se agregó 81% de crema inglesa y se hizo un mesclado durante 30 minutos como mínimo.

- **Batido**

El batido se realizó durante 15 minutos de una manera constante hasta obtenerse espeso.

- **Congelado**

Se coló un recipiente (bol) grande para mantener la temperatura y agregar la mezcla de helado y proceder a girar tantas veces como sea necesario, generando fricción durante 8 – 12 minutos alcanzando una temperatura de -18 a – 20 °C, dando como resultado una composición sólida semi- cremosa.

- **Almacenado**

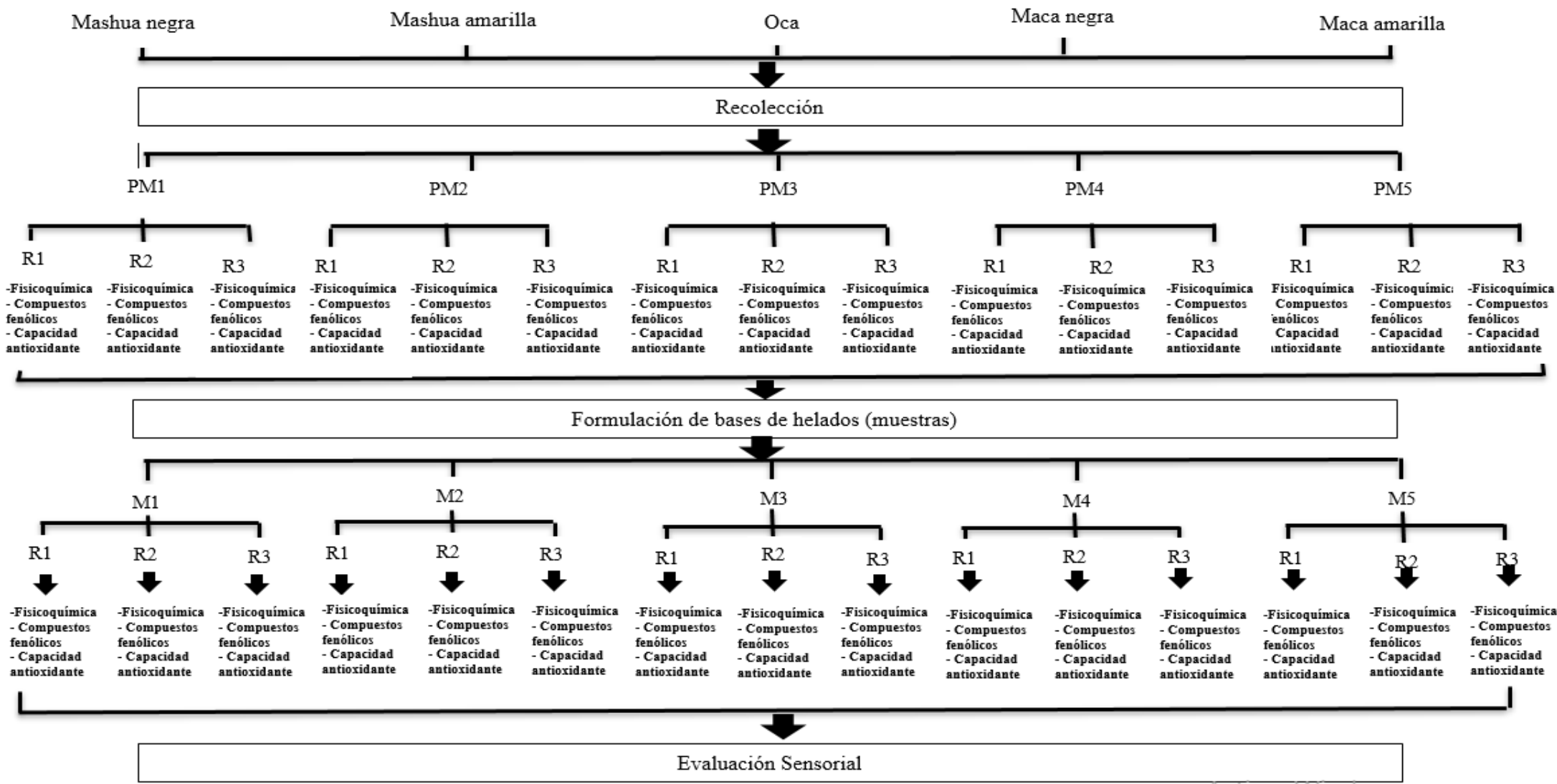
Se envaso en táperes transparentes limpios y esterilizados. Cubrimos el hielo con una tapa para evitar el contacto con el aire. Luego del envasado, conservar a -20°C.

3.7 Diseño experimental

La Tabla 9 contiene los resultados analíticos correspondientes a cada muestra de pure y a sus distintas formulaciones, incluyendo el número de réplicas realizadas para cada caso.

Tabla 9

Esquematzación del diseño experimental



3.8 Análisis estadístico

El diseño experimental empleará un esquema aleatorizado completo (DCA), sometiendo los datos a análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significación estadística de $\alpha = 0.05$. Los análisis se ejecutarán en Minitab® (versión 19.0), utilizando el modelo lineal general para estructuras completamente aleatorizadas.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- **Y_{ij}** : Vector de variables respuesta (propiedades fisicoquímicas, contenido fenólico, actividad antioxidante, evaluación sensorial)
- **j** : 1, 2, 3, (Réplicas experimentales)
- **i** : 1, 2, 3, 4, 5, Niveles de formulación correspondientes a helados con sustitutos de tubérculos andinos (Mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla)
- **μ** : Parámetro de localización global
- **T_i** : Efecto fijo del i -ésimo tratamiento
- **ε_{ij}** : Término de error aleatorio

IV. RESULTADOS

4.1 Determinar las propiedades fisicoquímicas de purés a base de tubérculos andinos

Se desarrolló la determinación de las propiedades fisicoquímicas de los purés elaborados a base mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla. Tras confirmar la no normalidad de los datos mediante una prueba específica ($p < 0.05$), se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de una comparación múltiple de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores de calidad fisicoquímica, presentados en g/100g (base húmeda y seca), figuran en la Tabla 10.

Tabla 10

Calidad fisicoquímica de puré de tubérculos andinos

Componentes	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Nutricionales					
Humedad* (%)	84,10 ± 0,67 ^a	83,24 ± 0,73 ^{ab}	81,71 ± 0,60 ^b	45,02 ± 0,67 ^c	36,71 ± 0,80 ^d
Grasa *(%)	1,73 ± 0,02 ^b	1,27 ± 0,01 ^c	0,75 ± 0,03 ^d	3,47 ± 0,35 ^a	1,32 ± 0,03 ^{bc}
Ceniza *(%)	1,91 ± 0,59 ^a	0,82 ± 0,07 ^{ab}	1,14 ± 0,12 ^{ab}	0,76 ± 0,01 ^b	0,78 ± 0,71 ^{ab}
Proteína *(%)	0,89 ± 0,22 ^b	1,51 ± 0,14 ^a	0,03 ± 0,00 ^c	1,12 ± 0,03 ^b	1,19 ± 0,13 ^{ab}
Carbohidrato * (%)	11,36 ± 0,39 ^e	13,14 ± 0,66 ^d	16,36 ± 0,59 ^c	49,61 ± 0,70 ^b	59,98 ± 0,56 ^a

* Valores calculados excluyendo el contenido de humedad

Nota: PM1: Puré de mashua negra; PM2: Puré de mashua amarilla; PM3: Puré de oca; PM4: Puré de maca negra y PM5: Puré de maca amarilla. Datos expresados como promedio ± SD, en cada columna las letras diferentes (a, b y c) representan las diferencias significativas ($p < 0,05$).

La Tabla 10 presenta las propiedades fisicoquímicas de los purés elaborados a base de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla. A partir de ello, se obtuvo como resultado que el puré PM1 contiene un alto valor de humedad (84,10 ± 0,67%) , mientras el puré PM5 tuvo un contenido bajo en humedad (36,71 ± 0,80%) . En cuanto a la grasa, el puré PM4 resulto contener una alta composición (3,47 ± 0,35%), sin embargo, el puré PM3 obtuvo una baja composición (0,75 ± 0,03%). En cuanto a la ceniza,

el puré de PM1 tiene una alta proporción ($1,91 \pm 0,59\%$), mientras el puré de PM4 posee una baja proporción ($0,76 \pm 0,01\%$). En cuanto a la proteína, se obtuvo que PM5 tiene una alta concentración ($1,51 \pm 0,14\%$), mientras el PM3 posee una baja concentración ($0,03 \pm 0,00\%$). En cuanto al carbohidrato, el PM5 tiene un elevado nivel ($59,98 \pm 0,56\%$) y el PM1 posee un bajo nivel ($11,36 \pm 0,39\%$).

4.2 Determinar los compuestos fenólicos de purés a base de tubérculos andinos.

Tabla 11

Compuestos fenólicos de purés de tubérculos andinos

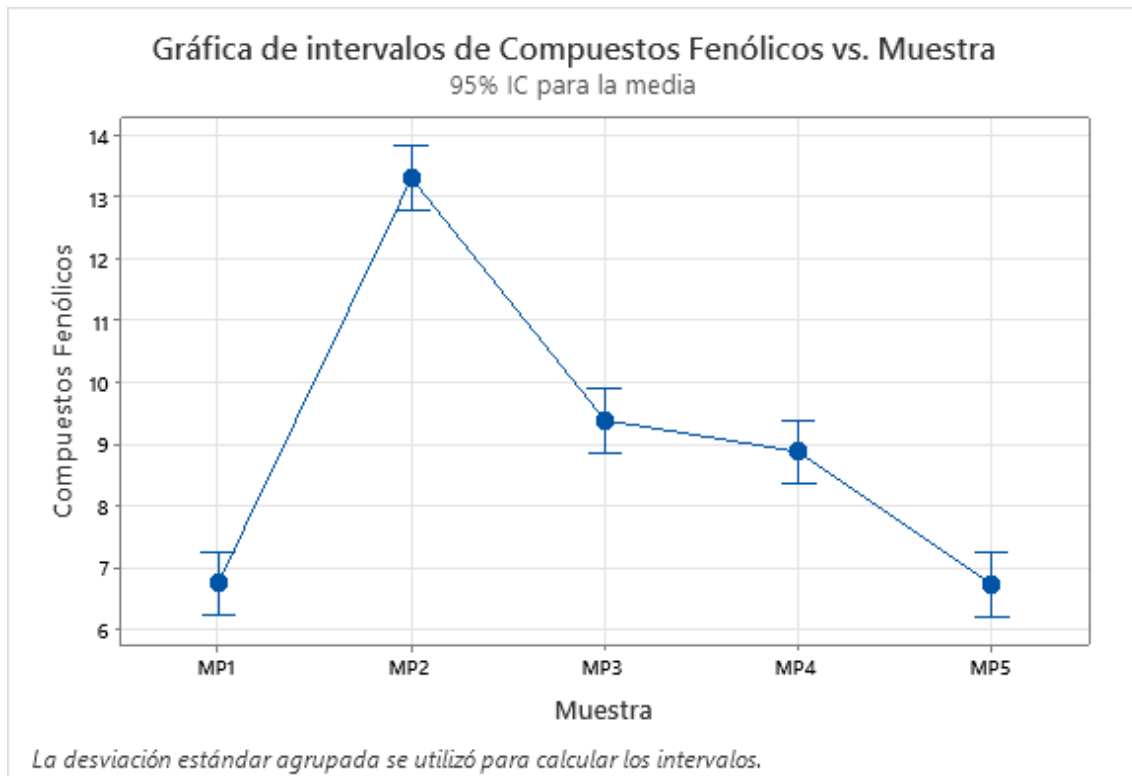
Componentes	Compuestos fenólicos
PM1	$6,74 \pm 0,15^c$
PM2	$13,30 \pm 0,79^a$
PM3	$9,38 \pm 0,28^b$
PM4	$8,87 \pm 0,17^b$
PM5	$6,72 \pm 0,20^c$

Nota: PM1: Puré de mashua negra; PM2: Puré de mashua amarilla; PM3: Puré de oca; PM4: Puré de maca negra y PM5: Puré de maca amarilla. Los datos se presentan como media \pm SD. Las letras superscriptas distintas (a, b, c) en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

La Tabla 11 presenta las concentraciones de los compuestos fenólicos identificados en purés elaborados a base de tubérculos andinos mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla. Los resultados reportan que la mayor concentración de los compuestos fenólicos es en el puré de PM2 con un valor de ($13,30 \pm 0,79$), mientras que en el puré PM5 tuvo la menor concentración de compuestos fenólicos con un valor de ($6,72 \pm 0,20$).

Figura 10

Gráfica de intervalos de compuestos fenólicos de purés vs. Muestra



4.3 Determinar la capacidad antioxidante de purés a base de tubérculos andinos.

Tabla 12

Capacidad antioxidante de purés a base de tubérculos andinos

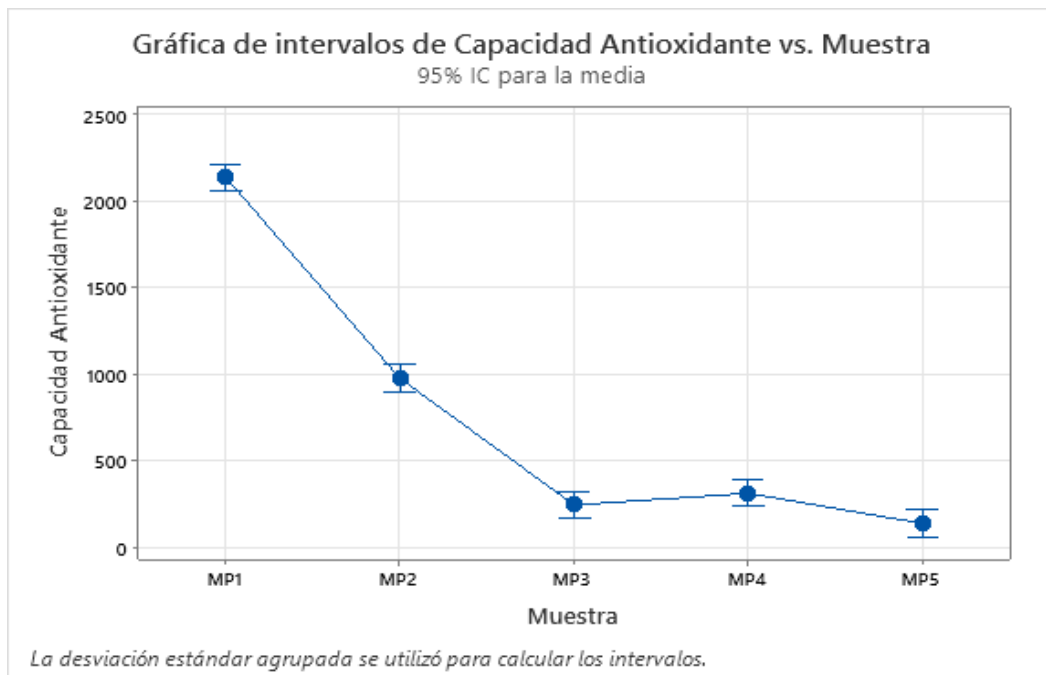
Componentes	Capacidad antioxidante
PM1	2133,3 ± 34,9 ^a
PM2	974,4 ± 22,7 ^b
PM3	244,79 ± 12,14 ^{cd}
PM4	311,7 ± 37,1 ^c
PM5	137,8 ± 120,6 ^d

Nota: PM1: Puré de mashua negra; PM2: Puré de mashua amarilla; PM3: Puré de oca; PM4: Puré de maca negra y PM5: Puré de maca amarilla. Los datos se presentan como promedio ± SD. En cada columna las letras diferentes representan (a, b, c) las diferencias significativas ($p < 0,05$).

La Tabla 12 reporta los valores de actividad antioxidante determinados mediante la metodología ORAC en purés de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla. Los resultados reportan que la mayor concentración de capacidad antioxidante fue en el puré PM1 con un alto valor de $(2133,3 \pm 34,9)$, mientras el PM5 posee una baja concentración de capacidad antioxidante con un valor de $(137,8 \pm 120,6)$.

Figura 11

Gráfica de intervalos de capacidad antioxidante de purés vs. Muestra



4.4 Determinar las propiedades fisicoquímicas de helados elaborados a base de tubérculos andinos.

Se desarrolló la determinación de las propiedades fisicoquímicas de los de los helados elaborados a base mashua negra (M1), mashua amarilla (M2), oca (M3), maca negra (M4) y maca amarilla (M5). Tras confirmar la normalidad de los datos mediante una prueba específica ($p < 0,05$), se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) seguido de una comparación múltiple de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. Los valores de calidad fisicoquímica, presentados en g/100g (base húmeda y seca), figuran en la Tabla 13.

Tabla 13*Propiedades fisicoquímicas de helados de tubérculos andinos*

Componentes	M1	M2	M3	M4	M5
Humedad* (%)	73,50 ± 0,30 ^a	73,55 ± 0,21 ^a	72,40 ± 0,08 ^b	73,57 ± 0,33 ^a	72,45 ± 0,11 ^b
Grasa *(%)	8,03 ± 0,05 ^b	7,70 ± 0,10 ^c	7,06 ± 0,11 ^d	8,10 ± 1,17 ^b	9,03 ± 0,05 ^a
Ceniza *(%)	0,15 ± 0,01 ^d	0,65 ± 0,03 ^a	0,45 ± 0,04 ^b	0,35 ± 0,01 ^c	0,68 ± 0,02 ^a
Proteína *(%)	1,58 ± 0,08 ^a	1,30 ± 0,07 ^c	1,50 ± 0,04 ^{ab}	1,57 ± 0,02 ^a	1,37 ± 0,02 ^{bc}
Carbohidrato * (%)	16,72 ± 0,43 ^b	16,79 ± 0,16 ^b	18,56 ± 0,12 ^a	16,39 ± 0,48 ^b	16,44 ± 0,04 ^b

* Valores calculados excluyendo el contenido de humedad

Nota: M1: Helado de mashua negra; M2: Helado de mashua amarilla; M3: Helado de oca; M4: Helado de maca negra y M5: Helado de maca amarilla. Estos datos se presentan como media ± SD. Las letras superscriptas distintas (a, b, c) en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05).

La Tabla 13 presenta las propiedades fisicoquímicas de los helados elaborados a base de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla. A partir de ello, se obtuvo como resultado que los helados M4 contiene un alto valor de humedad (73,57 ± 0,33%) , mientras que los helados de M3 tuvo un contenido bajo en humedad con un valor de (72,40 ± 0,08%) . En cuanto a la grasa, que los helados de M5 resulto contener una alta concentración (9,03 ± 0,05%), sin embargo, los helados de M3 obtuvo una baja concentración (7,06 ± 0,11%). En cuanto a la ceniza, los helados de M5 tiene una alta proporción (0,68 ± 0,02%), mientras que los helados de M1 posee una baja proporción (0,15 ± 0,01%). En cuanto a la proteína, se obtuvo que la que los helados de M1 tiene un elevado nivel (1,58 ± 0,08%), mientras que los helados de M2 posee un bajo nivel (1,30 ± 0,07%). En cuanto al carbohidrato, los helados de M2 tiene una alta composición (16,79 ± 0,16%) y que los helados de M4 posee una baja composición (16,39 ± 0,48%).

4.5 Determinar los compuestos fenólicos de helados a base de tubérculos andinos

Tabla 14

Compuestos fenólicos en helados de tubérculos andinos

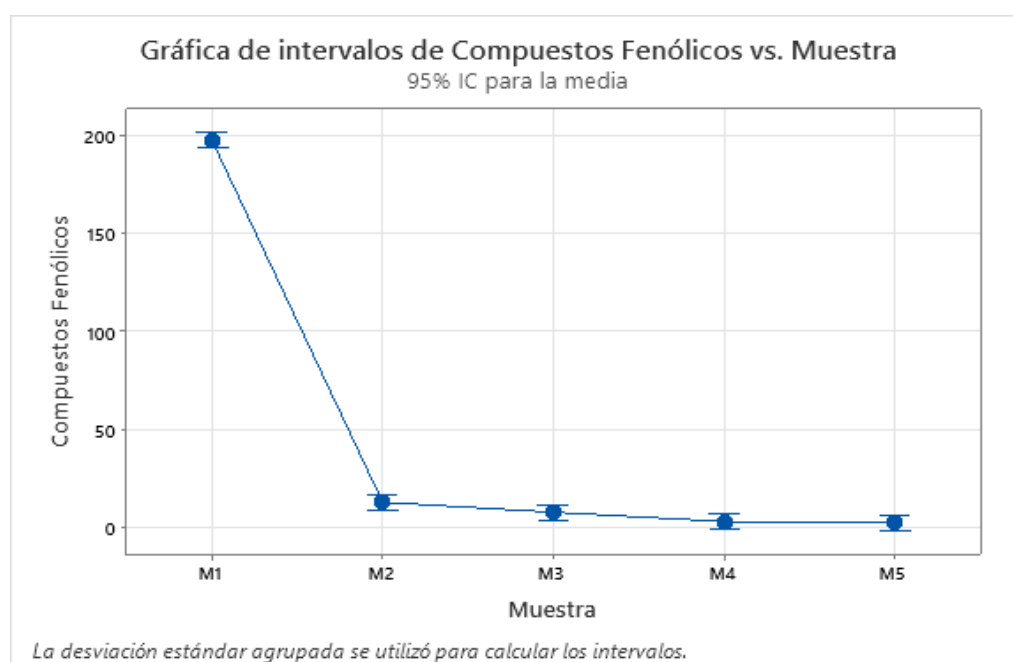
Componentes	Compuestos fenólicos
M1	197,45 ± 6,60 ^a
M2	12,88 ± 0,27 ^b
M3	7,78 ± 0,40 ^{bc}
M4	3,03 ± 0,05 ^c
M5	2,49 ± 0,05 ^c

Nota: M1: Helado de mashua negra; M2: Helado de mashua amarilla; M3: Helado de oca; M4: Helado de maca negra y M5: Helado de maca amarilla. Los datos se presentan como media ± SD. Las letras superscriptas distintas (a, b, c) en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La Tabla 14 presenta los niveles de concentración de fenoles totales identificados en los helados elaborados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla). Los resultados muestran que el helado de M1 tiene una mayor proporción de los compuestos fenólicos con un valor de (197,45 ± 6,60), mientras la M5 tuvo una baja proporción de compuestos fenólicos con un valor de (2,49 ± 0,05).

Figura 12

Grafica de intervalos de compuestos fenólicos de helados vs. Muestra



4.6 Determinar la capacidad antioxidante de helados a base de tubérculos andinos

Tabla 15

Capacidad antioxidante de helados de tubérculos andinos

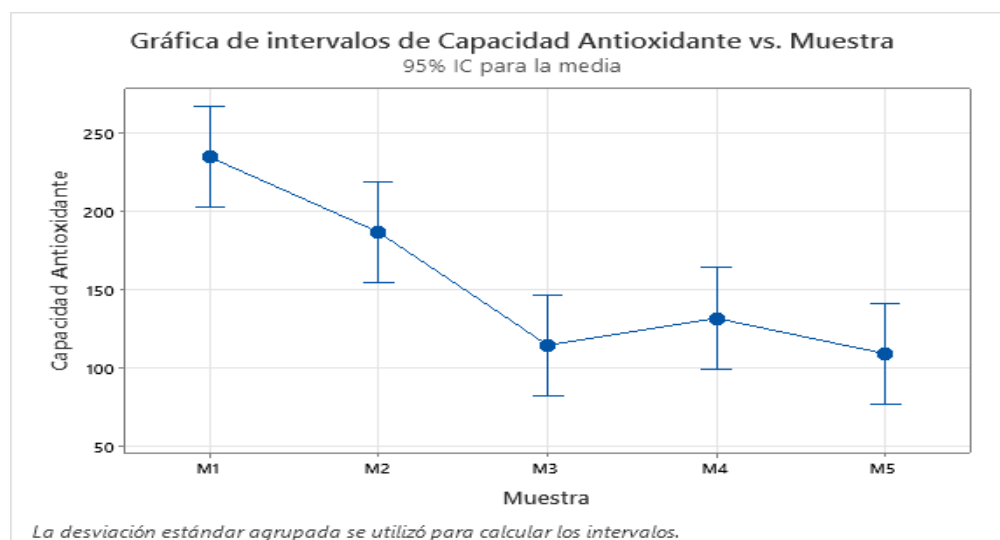
Componentes	Capacidad antioxidante
M1	234,4 ± 54,0 ^a
M2	186,56 ± 6,41 ^{ab}
M3	114,67 ± 4,58 ^c
M4	131,75 ± 12,14 ^{bc}
M5	109,12 ± 2,35 ^c

Nota: M1: Helado de mashua negra; M2: Helado de mashua amarilla; M3: Helado de oca; M4: Helado de maca negra y M5: Helado de maca amarilla. Los datos se presentan como media ± SD. Las letras superscriptas distintas (a, b, c) en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La Tabla 15 reporta los valores de actividad antioxidante determinados mediante la metodología ORAC en helados de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla, donde nos muestra que la mayor concentración de capacidad antioxidante fue en el helado de M1 con un alto valor de (234,4 ± 54,0), mientras que en el helado M5 posee un bajo contenido de capacidad antioxidante con un valor de (109,12 ± 2,35).

Figura 13

Gráfica de intervalos de capacidad antioxidante de helados vs. Muestra



4.7 Determinar la aceptabilidad general de los helados elaborados a base de tubérculos andinos mediante la evaluación sensorial

Para realizar la evaluación sensorial de los helados a base de tubérculos andinos participaron 90 personas no entrenados, tanto estudiantes como trabajadores de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja “Daniel Hernández morillo” de diferentes edades (18 a 45 años). Se evaluaron las propiedades sensoriales de los helados (color, sabor, textura y aceptación general) mediante una escala hedónica de 5 puntos. En el instrumento de recolección, los panelistas consignaron su preferencia usando la codificación: (1) Me disgusta muchísimo, (2) Me disgusta poco, (3) No me gusta/no me disgusta, (4) Me gusta moderadamente, (5) Me gusta muchísimo.

Se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado con cinco tratamientos para el análisis estadístico. El análisis de varianza (ANOVA) reveló diferencias estadísticamente significativas entre al menos un par de muestras ($p < 0,05$). Posteriormente, se realizó una comparación mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para identificar las diferencias específicas. Los resultados completos se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16

Evaluación sensorial de los helados a base de tubérculos andinos

Componentes	Mashua negra (T1)	Mashua amarilla (T2)	Oca (T3)	Maca negra (T4)	Maca amarilla (T5)
Color	4,01 ± 0,89 ^{ab}	3,77 ± 1,06 ^{ab}	4,13 ± 1,06 ^a	3,71 ± 1,06 ^b	3,61 ± 1,05 ^b
Textura	3,72 ± 0,94 ^a	3,52 ± 0,97 ^a	3,93 ± 1,00 ^a	3,73 ± 1,06 ^a	3,57 ± 1,06 ^a
Sabor	3,62 ± 1,06 ^{ab}	3,36 ± 1,24 ^b	4,02 ± 1,02 ^a	3,63 ± 1,13 ^{ab}	3,56 ± 1,21 ^{ab}
Aceptabilidad general	3,83 ± 0,81 ^{ab}	3,57 ± 0,98 ^b	4,04 ± 1,03 ^a	3,72 ± 1,03 ^{ab}	3,60 ± 1,04 ^b

Nota: Los datos se presentan como media ± SD. Las letras superscriptas distintas (a, b, c) en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La Tabla 16 detalla la evaluación mediante pruebas sensoriales (color, textura, sabor y aceptabilidad general) de los helados elaborados a base de tubérculos andinos mediante una escala hedónica de 5 puntos. Los resultados reportan el color de T3 obtuvo puntuación mayor promedio de $(4,13 \pm 1,06)$, mientras la T5 obtuvo puntuación menor promedio de $(3,61 \pm 1,05)$. En cuanto a la textura, el T3 obtuvo mayor puntuaciones promedio de $(3,93 \pm 1,00)$, sin embargo, el T2 obtuvo puntuaciones promedio de $(3,52 \pm 0,97)$. En cuanto al sabor, el T3 obtuvo puntuaciones promedio de $(4,02 \pm 1,02)$, mientras el T2 obtuvo puntuaciones promedio de $(3,36 \pm 1,24)$. En cuanto a la aceptabilidad general, el T3 obtuvo puntuaciones alto promedio de $(4,04 \pm 1,03)$ y el T2 obtuvo bajo puntuaciones promedio $3,57 \pm 0,98$.

La evaluación de percepciones mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis los resultados de la evaluación sensorial donde se resalta que la formulación del T3 tuvo las puntuaciones más altas que de las demás formulaciones de T1, T2, T4 y T5 en todas las propiedades sensoriales examinadas. Esto significa que los panelistas encontraron que las formulaciones del T3 tenían un color, textura, sabor y aceptabilidad general más agradable.

V. DISCUSIÓN

5.1. Propiedades fisicoquímicas de pure de tubérculos andinos

Los experimentos reportan puntuaciones promedio del porcentaje de humedad en purés elaborados a base de los tubérculos andinos, en donde se observa mashua negra contiene 84,100%, la mashua amarilla 83,243%, la oca 81,710%, la maca negra 45,027% la maca amarilla 36,710%. La norma ISO 6673 (2003), reporta que los purés de tubérculos tienen un contenido de humedad entre 60% y 85% en productos procesados. Con base a lo anterior, se evidencia que la mashua negra, mashua amarilla, la maca negra se encuentra dentro del límite establecido por la norma, sin embargo, la maca negra y amarilla poseen un contenido bajo de humedad. Asimismo, la Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994 determina la humedad en purés de frutas con un contenido máximo de humedad del 85% al 90%. Partiendo de ello, se aprecia que los resultados del porcentaje de humedad de los productos evaluados están bastante cerca al valor establecido por la Norma Oficial Mexicana específicamente la mashua negra, mashua amarilla y la maca negra, por ello respalda la seguridad de los resultados alcanzados. Según Martínez (2007), define a la humedad como parámetro analítico define protocolos prioritarios en caracterización de sustancias y útiles para el procesamiento, el control y la conservación de los alimentos, debido a que el agua representa el constituyente principal en numerosos sustratos alimenticios, determinando sus propiedades fisicoquímicas fundamentales.

Los resultados registran puntuaciones promedio para el porcentaje de grasas en purés elaborados a base de tubérculos andinos, en donde se reporta que la mashua negra tiene el 1,7333 %, la mashua amarilla el 1,27333 %, la oca el 0,7500%, la maca negra el 3,470% y la maca amarilla el 1,3233%. En esa misma línea, la FAO (2025), recomienda que el contenido de grasa en purés debe estar por debajo del 3%. De esta manera, se evidencia que el porcentaje de grasa total de los productos evaluados son inferiores al valor establecido por la FAO; no obstante, solo la maca negra supera el límite establecido. Del mismo modo, el INS de Perú (2023), establece un límite de 2,5% de grasa en purés para bebés. De este modo, se reporta que lo purés de mashua negra, oca, maca amarilla y mashua amarilla contienen un porcentaje menor de grasas al 2.5%, sin embargo, solo la maca negra supera el límite establecido, con una mínima diferencia. Para Rodríguez (2019), la grasa en los helados puede disminuir a través de la sustitución total o parcial de ingredientes de energía reducida. Estos ingredientes funcionales incluyen ésteres de poliglicerol, micropartículas proteicas y gomas hidrolizadas que emulan

comportamiento graso en fase acuosa capaces de replicar las características físicas y sensoriales de la grasa.

Los resultados evidencian el porcentaje de ceniza de los purés elaborados a base de los tubérculos andinos, en donde se evidencia que la mashua negra tiene el 0.15400%, la mashua amarilla el 0.6533%, la oca el 0.4580%, la maca negra el 0.35467% y la maca amarilla el 0.6870%. A su vez, la United States Department of Agriculture (2025), establece que los pures deben de contener del 1,0% al 1,5% de cenizas. A partir de ello, se aprecia que los resultados del porcentaje de ceniza de los productos evaluados se encuentran dentro del rango establecido por la United States Department of Agriculture, por lo tanto, respalda la seguridad de los resultados alcanzados. Asimismo, la FAO (2025), comienda un contenido de cenizas inferior al 3% en purés infantiles. En esa misma línea, el INS de Perú (2023) establece un límite de 2,0% de cenizas en purés para bebés. A raíz de ello, se constata que el contenido del porcentaje de ceniza de los purés para bebés no está alejado de los valores que se obtuvieron en las muestras de esta investigación, incluso muestran inferioridad a los valores establecidas por la FAO y la INS. Según Márquez (2014), la ceniza son el residuo inorgánico que se genera después de eliminar completamente los compuestos orgánicos presentes en la muestra a una máxima temperatura de 550 °C durante 4 h en una mufla. Sin embargo, es importante considerar que este residuo no se hallan los mismos componentes que en la muestra intacta, debido a las pérdidas de volatilización y a la conversión e interacción entre los elementos químicos.

Los experimentos revelan puntuaciones promedio del porcentaje de proteína en purés elaborados a base de los tubérculos andinos, en donde se reporta que la mashua negra tiene el 0,893%, la mashua amarilla el 1.5100%, la oca el 0,03000%, la maca negra el 1,1233% y la maca amarilla el 1,1967 %. Del mismo modo, la FAO (2025), el contenido de proteínas en purés varía entre 0,3% y 7,2%. En ese sentido, se destaca que los porcentajes de proteína obtenidos en los productos analizados guardan una estrecha proximidad con los valores de referencia propuestos por la FAO, lo cual refuerza la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos en el presente estudio. Así también, la U.S. Department of Agriculture (2025), reporta que los purés de manzana contienen 0,3% de proteína, y los purés de carne para bebés, entre 5,0% y 7,0%. De tal modo, los niveles de proteína determinados en las muestras analizadas en esta investigación muestran concordancia con los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y por Kim (2019), lo que sugiere una correspondencia adecuada entre los datos obtenidos y las fuentes de referencia. Para Ángeles

(2020) los ensayos de proteína total mantienen su estatus como metodología preferencial en análisis proximal, particularmente para cuantificación gravimétrica en alimentos (ISO 20483:2013). Por lo general, la digestión se realiza a 420°C durante 6 horas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio reflejan valores promedio de carbohidratos en purés elaborados a partir de tubérculos andinos, donde la mashua negra presentó un 11,363 %, la mashua amarilla un 13,148 %, la oca un 16,366 %, la maca negra un 49,617 % y la maca amarilla un 59,985 %. De la misma forma, según los datos del United States Department of Agriculture (2023), los purés comerciales presentan contenidos variables de carbohidratos: los de manzana contienen aproximadamente un 14,5 %, los de zanahoria un 9,6 %, los de papa un promedio de 17,8 % y los purés enlatados pueden alcanzar hasta un 20 % de carbohidratos totales. A partir de estos hallazgos, se evidencia que los purés elaborados con mashua y oca contienen proporciones de carbohidratos que se encuentran dentro de los rangos establecidos en la literatura revisada. No obstante, los purés formulados con maca negra y amarilla superan considerablemente los valores de referencia reportados por organismos internacionales. Por ejemplo, la norma AOAC International 985.29 (2019) establece que los purés elaborados con tubérculos frescos deben contener entre 15 % y 25 % de carbohidratos, mientras que el Codex Alimentarius (CODEX STAN 73-1981) sugiere que el contenido de carbohidratos en purés de frutas envasadas debe oscilar entre el 10 % y el 25 %. Asimismo, López et al. (2015), mediante el método por diferencia propuesto por AOAC 985.29, identificaron valores de 18,2 % de carbohidratos en puré de papa y 25,4 % en puré de yuca. Por lo tanto, los valores observados en los purés de maca indican un contenido significativamente superior al establecido por los estándares y estudios previamente citados. Según Zamora et al., (2021), los carbohidratos son macromoléculas que se encuentran en casi todos los alimentos destinados al consumo humano compuestos de carbono, hidrogeno y oxigeno de manera esencial.

5.2. Compuestos fenólicos de puré de tubérculos andinos

Los resultados obtenidos en el presente estudio reportan los valores promedio de concentración de compuestos fenólicos en purés elaborados a partir de tubérculos andinos, observándose que la mashua negra tiene el 6,7433 mg EAG/100 g, la mashua amarilla el 13,303 mg EAG/100 g, la oca el 9,383 mg EAG/100 g, la maca negra el 8,873 mg EAG/100 g y la maca amarilla el 6,727 mg EAG/100 g. Así también, Chirinos et al., (2007), en su estudio acerca de los purés elaborados a base de tubérculos frescos obtuvo un valor de compuestos fenólicos de 10,5 a 45,2 mg EAG/100 g. En relación a los resultados obtenidos, se observa que

la concentración de compuestos fenólicos en maca (negra y amarilla), oca y mashua negra se aproxima al límite inferior reportado por el autor previamente citado (10,5 mg EAG/100 g). No obstante, los purés elaborados a partir de mashua amarilla se encuentran dentro del intervalo establecido en dicho estudio. Esto refuerza la hipótesis de que el procesamiento en puré reduce el contenido fenólico. Por otro lado, los valores obtenidos en los purés de oca y maca son comparables a los de papa nativa reportados por Rojas (2017), lo que sugiere que el procesamiento en puré no siempre resulta en pérdidas significativas en todas las especies. Para López y Fernanda (2023), Se define como compuestos fenólicos a los metabolitos con mayor cantidad en las plantas, asimismo se hallan en variedades vegetales. Además, estas contienen configuración química habitual abarca el núcleo aromático con reemplazante de hidroxilo. Las categorías más importantes y fundamentales son fenoles carboxílicos, los polifenoles tánicos, los compuestos estilbenos y los compuestos lignoídicos (Ayad y Akal,2019). Se ha tomado mayor importancia y atención a los compuestos fenólicos por las propiedades de los antioxidantes, efectos antimicrobianos, efectos antiinflamatorios, propiedades anticancerígenas y propiedades cardioprotectoras.

5.3. Capacidad antioxidante de puré de tubérculos andinos

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican los valores promedio de capacidad antioxidante en purés elaborados a partir de tubérculos andinos, donde la mashua negra tiene 2133,3 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$, la mashua amarilla el 974,4 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$, la oca el 244,79 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$, la maca negra el 311,7 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ y la maca amarilla el 137,8 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$. A su vez, Salazar Quispe (2019), en su investigación logro obtener un rango de 1,500 a 2,300 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de capacidad antioxidante en puré a base de tubérculos. De acuerdo con los datos obtenidos, se determina que la capacidad antioxidante de la mashua de color negro se aproxima al valor máximo reportado por el autor previamente citado (2133,3 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$). En contraste, la mashua amarilla presenta una capacidad antioxidante cercana al valor mínimo señalado en dicho estudio (974,4 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$). No obstante, las muestras correspondientes a oca, maca negra y maca amarilla exhiben niveles de capacidad antioxidante considerablemente alejados del intervalo establecido por el autor de referencia. Asimismo, Chirinos et al., (2022) reportaron capacidades antioxidantes en tubérculos frescos de mashua que varían de 44,58 a 438,56 $\mu\text{mol TE}/\text{g}$ de materia seca (MS), con las variedades amarillas mostrando los valores más altos en ciertas regiones. Al respecto, se percibe que la mashua negra tiene la mayor concentración de capacidad antioxidante (2133,3 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$), seguida por la mashua amarilla (974,4 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$). Estos valores

son consistentes con estudios que destacan la riqueza de la mashua en compuestos fenólicos, como antocianinas, flavonoides y ácidos fenólicos, especialmente en variedades de color oscuro. La capacidad antioxidante se calcula cuando se oxida la molécula de investigación y el parámetro de modificación se mide cuando se evalúa la muestra (Quintanar y Calderon, 2009).

5.4. Propiedades fisicoquímicas de helados de tubérculos andinos

Los resultados en el presente estudio evidencian valores promedio porcentaje de humedad de los helados elaborados a base de los tubérculos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 73.503%, la mashua amarilla el 73.557%, la oca el 72.4067%, la maca negra el 73.577% y la maca amarilla el 72.4567%. Acorde con lo mencionado Chipugsi (2019), en su investigación obtuvo el 72.94% de humedad en la muestra de los helados hechos a base de tubérculos andinos (Mashua y oca). En ese sentido, se puede observar que los resultados del porcentaje de humedad de los productos evaluados están bastante cerca al valor que obtuvo el autor citado, por ello respalda la seguridad de los resultados alcanzados. Además, Araujo (2012), en su investigación obtuvo un promedio de 76.37 % de humedad en la muestra de los helados elaborados a base de la oca. A partir de ello, se puede apreciar que el porcentaje de humedad que obtuvo el autor citado es su investigación está bastante cercano a los valores obtenidos en las muestras de esta investigación.

Los resultados en el presente estudio manifiestan valores promedio de porcentaje de grasa total de los helados elaborados a base de los tubérculos andinos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 8.0333, %, la mashua amarilla el 8.0333, %, la oca el 7.0667%, la maca negra el 8.100% y la maca amarilla el 9.0333%. Así mismo, la Norma Técnica Peruana NTP 202.057. (2006), insta un rango 8% a 9% de grasa total en los helados de crema. En ese sentido, se puede observar que los resultados del porcentaje de grasa total de los productos evaluados están bastante cerca al valor del rango estipulado en Norma Técnica Peruana NTP, por esta razón, garantiza la confiabilidad de los hallazgos obtenidos. Además, Fernández et al., (2024), en su investigación obtuvo un promedio de 8.5 % de grasa total en la muestra de los helados elaborados a base de la oca. A partir de ello, se puede apreciar que el porcentaje de grasa total que obtuvo el autor citado es su investigación está bastante cercano a los valores obtenidos en las muestras de esta investigación.

Los resultados en el presente estudio evidencian valores promedio de porcentaje de ceniza de los helados elaborados a base de los tubérculos andinos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 0.15400%, la mashua amarilla el 0.6533%, la oca el 0.4580%, la maca

negra el 0.35467% y la maca amarilla el 0.6870%. En concordancia con lo expuesto la US Department of Agriculture (2024), el contenido de cenizas en helados de crema es de 0,59 g por 100 g, equivalente a 0,59% en base húmeda. En ese sentido, se puede observar que los resultados del porcentaje de ceniza de los productos evaluados están bastante cerca al valor que obtuvo el autor citado, por ello, valida la solidez de los resultados logrados. Además, Syed et al., (2018), menciona que en un estudio publicado en el Journal of Nutrition and Health Food Engineering se evaluó helados con estevia y emulsionantes, reportó el contenido de cenizas en un rango de 0,34% y 0,63%. A partir de ello, se puede apreciar que el rango cenizo que obtuvo en el estudio está bastante cercano a los valores obtenidos en las muestras de esta investigación.

Los resultados en el presente estudio reflejan valores promedio de porcentaje de proteína de los helados hechos a partir de tubérculos andinos, en donde se percibe que la mashua negra tiene el 1.5833%, la mashua amarilla el 1.3000%, la oca el 1.5033%, la maca negra el 1.5733% y la maca amarilla el 1.3733%. Así mismo, Chipugsi (2019), en su investigación obtuvo el 2.31% de proteína en la muestra de los helados elaborados a base de tubérculos andinos (Mashua negra y oca). Por lo tanto, se reconoce que los resultados del porcentaje de proteína de los productos evaluados están bastante cerca al valor que obtuvo el autor citado, por ello respalda la seguridad de los resultados alcanzados. También, según la U.S. Department of Agriculture (2019), el helado de vainilla estándar contiene aproximadamente 3.5% de proteína por cada 100 gramos (2.3 g por porción de 66 g, equivalente a 3.48 g por 100 g). En base a ello, se puede evidenciar que el contenido del porcentaje de proteína del helado estándar según U.S. Department of Agriculture no está alejado de los valores que se obtuvieron en las muestras de esta investigación.

Los resultados en el presente estudio revelan valores promedio de porcentaje de carbohidratos de los helados fabricados a partir de tubérculos andinos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 16.726%, la mashua amarilla el 16.7900%, la oca el 18.5653%, la maca negra el 16.395% y la maca amarilla el 16.4497%. Del mismo modo, según la U.S. Department of Agriculture (2019), el helado de vainilla estándar contiene aproximadamente 22.9% de carbohidratos por cada 100 gramos (15.1 g por porción de 66 g, equivalente a 22.88 g por 100 g). Dicho esto, se resalta que los resultados del porcentaje de carbohidratos de los productos evaluados no están nada lejos del valor de la U.S. Department of Agriculture, por esta razón, garantiza la confiabilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, Chipugsi (2019), en su investigación obtuvo el 22.06 % de carbohidratos en la muestra de los helados hechos a base de tubérculos andinos (Mashua y oca). A raíz de esto, se puede evidenciar que el

contenido del porcentaje de carbohidratos del helado en la investigación de autor citado no se encuentra distante de los resultados obtenidos en las muestras de este estudio.

5.5. Compuestos fenólicos de helados de tubérculos andinos

Los resultados en el presente estudio indican la proporción de compuestos fenólicos de los helados hechos a partir de tubérculos andinos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 197.45 mg EAG/100 g, la mashua amarilla el 12.883 mg EAG/100 g, la oca el 7.783 mg EAG/100 g, la maca negra el 3.0367 mg EAG/100 g y la maca amarilla el 2.4967 mg EAG/100 g. Así también, Puella et al. (2020), en su investigación obtuvo un rango de 50-80 mg EAG/100 g de compuestos fenólicos en los helados hechos a base de Mashua y oca. A base de ello, se resalta que la concentración de compuestos fenólicos en el helado de mashua negra es bastante superior al valor obtenido por el autor citado en su investigación, lo cual indica un potencial funcional significativo. Sin embargo, los valores bajos en los helados de oca, maca negra y maca amarilla sugieren la necesidad de optimizar las formulaciones. De igual manera, Villacís et al., (2019), en su estudio reporta un contenido de 60-80 mg EAG/100 g de compuestos fenólicos en los helados. De tal modo, se resalta que el rango de valores que obtuvo el autor citado es superior a los helados de oca, maca negra y maca amarilla, pero inferiores al de mashua negra.

5.6. Capacidad antioxidante de helados de tubérculos andinos

Los resultados en el presente estudio manifiestan la proporción de contenido de capacidad antioxidante de los helados fabricados a partir de tubérculos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 234.4 umoles ET/100g, la mashua amarilla el 186.56 umoles ET/100g, la oca el 114.67 umoles ET/100g, la maca negra el 131.75 umoles ET/100g y la maca amarilla el 109.12 umoles ET/100g. Dela misma forma, Buniowska et al., (2017), en su investigación obtuvo un rango de 100-300 umoles ET/100g de capacidad antioxidante en los helados de crema. A raíz de ello, se puede observar que los resultados del porcentaje de capacidad antioxidante de los productos evaluados están dentro rango que obtuvo el autor citado, por ello certifica la robustez de los datos conseguidos. También, Sanguansri et al., (2023), en su investigación reporta un contenido de 150 a 250 umoles ET/100g de capacidad antioxidante en los helados. En ese sentido, en esta investigación se resalta que la mashua negra y amarilla muestran un potencial funcional significativo debido a su mayor capacidad antioxidante en comparación con los de oca y maca.

5.7. Análisis sensorial

Los resultados en el presente estudio señalan las puntuaciones promedio para el color en los helados elaborados a base de tubérculos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 4.0111, la mashua amarilla el 3.778, la oca el 4.133, la maca negra el 3.711 y la maca amarilla el 3.611. Del mismo modo, Fernández Buele et al., (2024), en su estudio acerca de los helados elaborados con mashua, evaluando color, textura, sabor y aceptabilidad general empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, lo cual se obtuvieron puntuaciones promedio de 3.8 a 4.1 para el color. En base a ello, se puede observar que los resultados de las puntuaciones promedio para el sabor de los productos evaluados están bastante cerca al promedio del rango que obtuvo el autor citado, tales como la maca amarilla, maca negra y mashua amarilla, sin embargo, la mashua negra y la oca se encuentra dentro rango que obtuvo el autor citado, de este modo, se asegura la validez de los resultados logrados. Asimismo, Chipugsi (2019), en su evaluación acerca helados artesanales elaborados con oca y mashua en Saquisilí, Ecuador, por medio de un instrumento de cinco niveles diseñado para evaluar la aceptabilidad, obtuvo como resultado para el helado de oca un promedio de 4.0 y para el helado de mashua un valor de 3.8 en cuanto al color. En este contexto, en este estudio se destaca que helados de oca y mashua negra muestran una alta aceptación del color, con puntuaciones cercanas a 4.0 lo que los posiciona como opciones atractivas para productos funcionales en el mercado andino y potencialmente en mercados internacionales; sin embargo, los helados de maca negra, maca amarilla y mashua amarilla muestran una aceptación menor en cuanto al color, pero están bastante cercanos al valor que obtuvo el autor citado.

Los resultados en el presente estudio reportan las puntuaciones promedio para la textura en los helados elaborados a base de tubérculos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 3.722, la mashua amarilla el 3.522, la oca el 3.933, la maca negra el 3.733 y la maca amarilla el 3.578. De tal modo, Buniowska et al., (2017), en su investigación acerca de los helados de crema, evaluó el color, textura, sabor y aceptabilidad general empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, lo cual se obtuvieron puntuaciones promedio entre 3.9 y 4.2 para la textura. Bajo esta perspectiva, se aprecia que los resultados de las puntuaciones promedio para la textura de los productos evaluados están bastante cerca al promedio del rango que obtuvo el autor citado, tales como la maca amarilla, maca negra, mashua negra y mashua amarilla, sin embargo, el valor de la oca se encuentra dentro del intervalo reportado por el autor citado, lo que contribuye a la validación de los resultados obtenidos. Asimismo, Chipugsi (2019), en su evaluación acerca helados artesanales elaborados con oca y mashua en Saquisilí,

Ecuador, empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, obtuvo como resultado para el helado de oca un promedio de 4.1 y para el helado de mashua un valor de 3.9 en cuanto a la textura. En concordancia con lo expuesto, los resultados de este estudio evidencian que los helados elaborados con oca presentan una textura sensorialmente bien valorada, con puntuaciones próximas a las reportadas por el autor citado, lo que los posiciona como alternativas viables dentro del desarrollo de productos funcionales. No obstante, las formulaciones con maca (amarilla y negra) y mashua (amarilla y negra) mostraron una menor aceptación en cuanto a textura; sin embargo, sus valores también se encuentran relativamente cercanos a los del referente citado, lo que sugiere un potencial de mejora sin alejarse significativamente del estándar establecido.

Los resultados en el presente estudio manifiestan las puntuaciones promedio en cuanto al sabor en los helados elaborados a base de tubérculos, en donde se observa que la de mashua negra alcanzó una puntuación de 3,622; la de mashua amarilla el 3,367; la de oca el 4,022; la de maca negra el 3,633; y la de maca amarilla el 3,567. Así también, Sanguansri et al., (2023), en su investigación sobre los helados de crema, evaluó el color, textura, sabor y aceptabilidad general empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, lo cual registro puntuaciones de 3.9 a 4.2 en cuanto al sabor. En este sentido, se advierte que las puntuaciones medias asignadas al sabor de las formulaciones que incorporan maca amarilla, maca negra, mashua negra y mashua amarilla muestran una notable proximidad al intervalo promedio establecido en investigaciones previas del autor citado. Sin embargo, cabe resaltar que el valor registrado para la oca se encuentra plenamente dentro del rango documentado por dicho referente. Esta correspondencia respalda la validez de los hallazgos obtenidos en el presente trabajo experimental. Asimismo, Duarte García et al., (2019), en el estudio acerca helados con almendras, empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, reportó una puntuación promedio de 3.9 para el sabor. En línea con lo anteriormente mencionado, los hallazgos de la presente investigación indican que los helados formulados a base de oca poseen un sabor sensorial que fue apreciada favorablemente, con calificaciones comparables a las registradas en estudios previos, lo cual respalda su potencial como opción prometedora en el ámbito de los alimentos funcionales. Por otro lado, las preparaciones que incorporan maca (tanto negra como amarilla) y mashua (en sus respectivas variedades) obtuvieron una aceptación sensorial del sabor relativamente menor; no obstante, sus puntuaciones se aproximan en cierta medida a las referencias previamente documentadas.

Los resultados en el presente estudio evidencian las puntuaciones promedio en cuanto a la aceptabilidad general en los helados elaborados a base de tubérculos, en donde se observa que la mashua negra tiene el 3.8333, la mashua amarilla el 3.578, la oca el 4.044, la maca negra el 3.7221 y la maca amarilla el 3.600. Así mismo, Buniowska et al., (2017), en su estudio acerca de los helados de crema, evaluó el color, textura, sabor y aceptabilidad general empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, lo cual reportó puntuaciones de 3.8 a 4.1 en cuanto a la aceptabilidad general. En este contexto, se observa que las calificaciones promedio para el sabor de los productos evaluados, tales como la maca amarilla, maca negra, mashua negra y mashua amarilla, se aproximan significativamente al promedio del rango establecido por el autor citado. No obstante, es importante destacar que el valor correspondiente a la oca se sitúa dentro del intervalo reportado por dicho autor. Por consiguiente, esta observación contribuye a la validación de los resultados obtenidos en el presente estudio. Del mismo modo, Rodríguez-Ordóñez et al., (2019), en la investigación sobre los helados de vainilla, empleando un instrumento de valoración hedónica de cinco niveles, registró una puntuación promedio de 4.0 a 4.2 para aceptabilidad general. En función de lo expuesto, los resultados derivados de este estudio señalan que los helados elaborados a partir de oca exhiben un nivel elevado de aceptación general, con evaluaciones equiparables a las consignadas en investigaciones previas, lo que sustenta su viabilidad como una alternativa destacada en el campo de los alimentos funcionales. Por otro lado, los helados que incluyen maca (en sus variantes negra y amarilla) y mashua (en sus respectivas formas) reflejaron una menor aprobación sensorial en cuanto a la aceptabilidad general; aun así, sus valoraciones se mantienen razonablemente próximas a los estándares establecidos en estudios.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinó las propiedades fisicoquímicas de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. El puré de mashua negra tuvo una alta proporción de humedad (84,10%) y ceniza (1,91%), el puré de maca negra tuvo una elevada concentración de grasa (47%), el puré de maca amarilla obtuvo un alto nivel en proteína (1,51%) y carbohidratos (59,98%). Los helados de maca negra tienen una gran proporción en humedad (73,57%), los helados de maca amarilla poseen un alto contenido de grasa (9,03%) y ceniza (0,68%), los helados de mashua negra tienen una elevada concentración de proteína (1,58%), los helados de mashua amarilla tiene un alto contenido de carbohidrato (16,79%). A partir de ello, se evidencia que la maca amarilla tiene altas propiedades fisicoquímicas en comparación a los demás productos.
- Asimismo, se determinó los compuestos fenólicos en purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. El puré de mashua amarilla posee la mayor concentración de compuestos fenólicos (13,30 mg EAG/100 g). Los helados de mashua negra tienen la mayor proporción en compuestos fenólicos (197,45 mg EAG/100 g). Los resultados destacan que la mashua amarilla y negra son ricas en compuestos fenólicos en los purés y helados.
- También se determinó la capacidad antioxidante de purés y helados elaborados a base de tubérculos andinos. El puré de mashua negra tiene la mayor proporción de capacidad antioxidante (2133,3 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$). Los helados de mashua negra poseen la mayor concentración de capacidad antioxidante (234,4 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$). A partir de ello, se resalta que la mashua negra obtuvo la mayor concentración en capacidad antioxidante en purés y helados
- También se evaluó sensorialmente los helados elaborados a base de tubérculos andinos mediante una escala hedónica de 5 puntos. Los resultados muestran que los helados de oca tienen el promedio más alto en cuanto color (4,13), textura (3,93), sabor (4,02) y tiene mayor aceptación (4,04). En ese sentido, se percibe que la oca parece ser el tubérculo andino más adecuado para la producción de helados, con altas puntuaciones en todos los atributos sensoriales.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar investigaciones acerca de los tubérculos andinos en la industria alimentaria, ya que contiene vitaminas, minerales, proteínas. Estas investigaciones pueden servir para disminuir y prevenir la desnutrición crónica, así como también mitigar enfermedades con la próstata.
- Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar las formulaciones de los helados, especialmente en aquellos con bajos niveles de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante con la finalidad de incrementar su potencial funcional, manteniendo un equilibrio con las propiedades fisicoquímicas.
- Se sugiere investigar técnicas de procesamiento como el pretratamiento térmico o la incorporación de saborizantes naturales (ej. vainilla, canela) y colorantes naturales (ej. antocianinas de mashua morada) para mejorar atributos como color, textura y sabor, sin comprometer sus propiedades nutricionales.
- Se sugiere implementar programas de divulgación y educación dirigidos a productores y consumidores de regiones como Huancavelica y Tayacaja, donde se cultivan estos tubérculos.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, D. (2023). Use Of Black Mashua (*Tropaeolum Tuberosum* Ruíz & Pavón) As A Coloring: A Revie. Revista Científica Multidisciplinaria InvestiGo. Vol . 4, No.8, PP.27-33.
<https://www.revistainvestigo.com/EditorInvestigo/index.php/hm/article/view/56/r8a3p>
- Apaza, L., Tena, V., Bermejo, P.(2020). Local/traditional uses, secondary metabolites and biological activities of Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón). Vol 247, 112152.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378874119312449>
- Arteaga, D., Chacón, L., Samamé, V., Valverde, D., Paucar, L. (2022). Mashua (*tropaeolum tuberosum*): Nutritional composition, chemical characteristics, bioactive compounds and beneficial properties for health. Agroind. sci. 12(1): 95 – 101.
- Ayad, R y Akkal, S. (2019). Phytochemistry and biological activities of algerian Centaurea and related genera. Vol 63, Pages 357-414. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817901-7.00012-5>
- Aguilar, M. (2023). “Evaluación del efecto del grado de precocción y pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*tropaeolum tuberosum*) enlatada”. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte].
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13997/2/03%20EIA%20587%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Aguilar, A., García, D., Ramírez, D., Lindo, J., Rosana,R., Campos,D.(2023). *In vitro* and *in vivo* biotransformation of glucosinolates from mashua (*Tropaeolum tuberosum*)

by lactic acid bacteria. Food chemistry. Vol 404, Part A 134631.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814622025936>

Aldave, G., & Minaya, C. (2024). Análisis químico proximal y sensorial de una compota a base de tocosh de oca (*Oxalis tuberosa* Mol), quinua (*Chenopodium quinoa*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), guanabana (*Annona muricata*). Hatun Yachay Wasi, 3(1), 25 - 34. <https://doi.org/10.57107/hyw.v3i1.54>

Ángeles, J. (2020). Validación del Método AOAC 990.03 (Dumas) armonizado a Kjeldahl en el análisis de proteína en harina de pescado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.].
file:///C:/Users/INTEC%20SOLUTION/Downloads/Angeles_Millones_Jonathan_Jose.pdf

Araujo, V. (2012). Estudio fitoquímico y nutricional de tres variedades de oca (*Oxalis tuberosa*) del distrito de manta, provincia y departamento de Huancavelica. Universidad Nacional del centro del Perú. Facultad de ingeniería en industrias alimentarias. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2658/Araujo%20Condori.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Aliaga, R. (2014). Raíces andinas contribuciones al conocimiento y a la capacitación Maca (*Lepidium meyenii*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/25_La_maca_edit.pdf

AOAC International. (2019). Official methods of analysis (21st ed.). AOAC International.

Bravo, G y Herrera, T. (2023). “Elaboración de helado dietético de Arándano (*Vaccinium myrtillus*) formulado con aceite y extracto hidrosoluble de Soya (*Glycine max*)”. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa].

<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4341/52810.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Baquerizo, M., Córdova, L., Samaniego, C., Yabar, F., Artica, L., Reyes, V.(2021). Composición química, valor biológico y glucosinolatos de harina de maca negra (*Lepidium meyenii*W.) extruida y obtención de mezcla con avena (*Avena sativa*). Pag 87(4).
<https://revistas.sqperu.org.pe/index.php/revistasqperu/article/view/359/322>

Buniowska, M., Carbonell-Capella, J. M., Frigola, A., & Esteve, M. J. (2017). Bioaccessibility of bioactive compounds after non-thermal processing of an exotic fruit juice blend with added Buglossoides arvensis seed oil. Food Chemistry, 221, 1994-2001. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.093>

Cutti, B. (2022). Influencia del jugo concentrado de ayrampo (*Berberis flexuosa*) en el helado de leche sobre su aceptabilidad general y capacidad antioxidante. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica].
<https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/55e8da51-9e2f-459d-8848-272ba60b76c9/content>

Chirinos, R., Betalleluz, I., Huamán, A. Artizu, C., Pedreschi, R. Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. Volume 113, Issue 4. Pages 1243-1251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.015>

Chirinos, R., Betalleluz-Pallardel, I., Huamán, A., Arbizu, C., Pedreschi, R., & Campos, D. (2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) and mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. Food Chemistry, 113(4), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.013>

- Chanca, P. (2024). Optimización de la obtención de antocianinas de mashua morada (*Tropaeolum Tuberosum*) para la elaboración de un colorante natural aplicable en helados. [Tesis de pregrado, Universidad nacional federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/10212/Chanca%20Anquipa%2c%20Paola%20Mery%20%28FIIS%20%20T%c3%adtulo%20profesional%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chirinos., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., Larondelle, Y. (2009). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruíz & Pavón) tubers. Volume 55, Issue 2. Pages 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2006.12.005>
- Codex Alimentarius Commission. (1981). Standard for canned fruit purees (CODEX STAN 73-1981). Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Chipuste. (2019). Elaboración de helados artesanales empleando tubérculos andinos como oca y mashua para la ciudad de Saquisilí provincia de Cotopaxi. [Tesis de pregrado, Universidad Iberoamérica del Ecuador]. [http://repositorio.unibe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/282/CHIPUGS I%20CAIZA%20EDGAR%20DAVID%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unibe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/282/CHIPUGS%20I%20CAIZA%20EDGAR%20DAVID%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chirinos, R., Campos, D., Arbizu, C., Rogez, H., Rees, J.-F., Larondelle, Y., Noratto, G., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(3), 437–446. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2719>
- Choquemamani, D y Bustinza, G. (2011). Efecto de la adición de harina de cañihua en las propiedades físico, químico y microbiológicas del helado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/3380/ChoquemamaniYana_a_Donald_Agustin_Bustinza_Zavaleta_Giancarlo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/3380/ChoquemamaniYana_Donald_Agustin_Bustinza_Zavaleta_Giancarlo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Chávez, E y Mosquera, S. (2018). Influencia del procesamiento y almacenamiento en la actividad antioxidante de la mashua (*Tropaeolum tuberosum R & P*) en almíbar, parcialmente edulcorado con estevia (*Stevia rebaudiana*). [Tesis de pregrado, Universidad nacional del centro del Perú]. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5672/TESIS%20SHEYLA%20Y%20EDNA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5672/TESIS%20SHEYLA%20Y%20EDNA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Duran, A. (2022). Elaboración de helados funcionales con crema de leche incorporando bacterias probióticas y pulpa de granadilla (*Passiflora lingularis*). [Tesis de pregrado, Universidad nacional Daniel Alcides Carrión]. http://45.177.23.200/bitstream/undac/3432/4/T026_71784710_T.pdf

Duarte García, C. (2019). Perfil sensorial de textura del helado con almendras. Ciencia y Tecnología de Alimentos, 29(2), 45-52. <http://revcitecal.iiia.edu.cu>

Espinoza. (2017). Formulación de un helado de leche y castaña (*Castanea sativa Miller*) y valoración de alternativas para mejorar sus características de salubridad. [Tesis de pregrado, Universidad de Vigo]. https://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/920/Formulaci%C3%B3n_helado_leche_casta%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fernández Buele, O. de los Ángeles, Calderón Robalino, JP, Vaca Tenorio, MG, & Ramos Sánchez, M. (2024). Mashua *Tropaeolum tuberosum*, su percepción por el mercado y su utilización en la elaboración de helados para su preservación cultural. Pro Ciencias: Revista de Producción, Ciencias e Investigación, 8 (53), 1–8. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol8iss53.2024pp1-8>

FAO. (2023). FAO Fisheries & Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>

- FAO. (2025). FAO Food and Nutrition Guidelines. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org>
- Gregorio, B., Ramos, I., Magalhaes, L., Silva, E., Reyes, S., Segunda, M. (2020). Microplate ORAC-pyranine spectrophotometric assay for high-throughput assessment of antioxidant capacity. Vol. 158, 105156. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X20308833>
- García, E., Fernández, I., Fuentes, A.(2015). Determinación de polifenoles totales por el método de FolinCiocalteu. Universitat Politècnica de València. extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/af9f94fb-a13c-4e00-82a1-deda62eac0e3/content>
- Gómez, E y Santa María, L. (2018). Evaluación de diferentes porcentajes de la harina de oca (*Oxalis tuberosa*) y pulpa de fresa (*Fragaria vesca l*) en el rendimiento del manjar blanco. [Tesis de pregrado, Universidad nacional Hermilio valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4368/TAI00128G64.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzales, J., Alvis, R., Pino, J., Iziga, R. (2020). Efecto de la solución acuosa de "Mashua" en la capacidad reproductiva de Mus Musculus machos y su implicancia en el desarrollo embrionario preimplantacional. Prueba preclínica. Rev. Fac. Med. Hum, 20(4):662-669. DOI <http://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v20n4/2308-0531-rfmh-20-04-662.pdf>
- Gualoto, J. (2021). "Evaluación nutricional de la oca, mashua quinua y avena para su uso en la elaboración de muesli". Trabajo de titulación. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15542/1/27T00495.pdf>
- Gonzales GF, Villaorduña L, Gasco M, Rubio J, Gonzales C. Maca (*Lepidium meyenii* Walp), una revisión sobre sus propiedades biológicas. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2014;31(1):100-10.

Guevara, W. (2023). Efecto del pH y temperatura en la fermentación de aguamiel de cabuya (*Agave Americana L.*) enriquecida con mashua (*Tropaeolum tuberosum*) ecotipo negra en la concentración de alcohol. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Chrome extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5ea64aff-f911-4062-9333-2ab5abf5a9e4/content

García, M., López, A., & Pérez, R. (2012). Comparative analysis of moisture determination methods in tuber purees. *Journal of Agricultural Science*, 34(2), 123-130.

Hinkelman, K., & Kempthorne, O. (1994). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley.

International Organization for Standardization. (2003). *Green coffee—Determination of loss in mass at 105 °C (ISO 6673:2003)*. ISO.

Ibarra, J. (2019). Hidroalcohólico Del Tubérculo *Tropaeolum tuberosum* “mashua” en *Rattus rattus* var. *albinus*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Angeles Chimbote]. https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/16252/ANTIINFLAMATORIO_MASHUA_IBARRA_BERNUY_JAZMIN_INDIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Instituto Nacional de Salud (INS). (2023). Normas para alimentos infantiles en Perú. Ministerio de Salud del Perú. <https://www.ins.gob.pe>

INACAL. (Instituto Nacional de Calidad). NTP 205.038 :2016. Determinación de cenizas. Lima, Perú.

ISLAS PEREZ, Laura ángela et al. (2020). Epidemiología del cáncer de próstata, sus determinantes y prevención. *JONNPR*. vol.5, n.9, pp.1010-1022. A apub 06-Dic-2021. ISSN 2529-850X.

- Jorge, F y Ponce, H.(2016) Determinación de la proporción óptima de harina de mashua (*tropaeolum tuberosum*) como sustituto parcial para la elaboración de pan integral – húanuco. [Tesis de pregrado, Universidad nacional Hermilio valdizan]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1247/TAI%200070%20J73.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez, W., Cañizares, M., Chaverri, J. (2022). Fast ORAC-SIA method for antioxidant capacity determination in food simples.Vol 384,132524. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814622004861>
- Larico, R., Yanqui, J., Escobar, K. (2016). Elaboración de Helado Dietético a partir de Jarabe de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con características Prebióticas. Rev. Investig. Altoandin. 2016; Vol 18 N° 1: 77 – 82.
- López, J., Gómez, M., & Torres, P. (2015). Nutritional characterization of potato and cassava purees using AOAC methods. Journal of Food Science and Technology, 52(6), 3456-3462.
- León, C. (2018). Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*Tropaeolum tuberosun*). Universidad Nacional del Callao. Facultad de ingeniería química. Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/4050/Leon%20Romani_IF_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, R., Paula, G., Cassanta, R., Dietrich, C., Frenanda, J. (2025). Solid-phase extraction for determination of phenolic compounds in food and beverage. Vol 4, Páginas 707-721. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15978-7.00001-1>
- Montalvo, M & Canteño, M. (2019). Cinética de la estabilidad de vitamina c, antocianinas y actividad antioxidante en la bebida funcional a base de tumbo (*Pasiflora Mollisima*) y Mashua Negra (*Tropaeolum Tuberosun*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco].

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5733/TAI00163M84.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Márquez, M. (2018). Potencial agronómico en accesiones de mashua (*Trapaeolum Tuberosum Ruiz & Pav.*) del Perú, cultivados en la localidad de monte azul - Kichki – Huánuco. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán Huánuco].

<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4513/TAG0783M26.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Malpartida, R., Adama, J., Cajachagua, Y. & Rosales, M. C. (2022). Características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos en tres variedades de Mashua (*Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón*): Una revisión. Revista Tecnológica - Vol, 34(2), 41-51. <https://doi.org/10.37815/rte.v34n2.891>

Medina, J. (2021). Evaluación Nutricional Y Sensorial De Una Compota De Oca (*Oxalis Tuberosa*) Y Mora (*Rubus Ulmifolius*) Enriquecida Con Hierro. [Tesis de pregrado, Universidad señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8390/Medina%20Rojas%20Jos%C3%A9%20Santos.pdf?sequence=1>

Mauricio-Sandoval EA, Espinoza-Espinoza LA, Ruiz-Flores LA, Valdiviezo-Marcelo J, Moreno Quispe LA and Cornelio-Santiago HP (2023) Influence of the pulp of *Mangifera indica* and *Myrciaria dubia* on the bioactive and sensory properties of ice cream. *Front. Sustain. Food Syst.* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2023.1126448/full>

Martínez, J., Rodríguez, S., Azar, C., Basualto, M. (2022). Evaluation of ORAC methodologies in determination of antioxidant capacity of binary combinations of quercetin and 3-(3,4,5-trihydroxybenzoyl) coumarin derivatives. Vol 15, N° 11, 104298. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104298>

Márquez, B. (2014). Cenizas y grasas. [Tesis de pregrado, Universidad nacional de San Agustín.]. Obtenido de chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e8bd5b97-f205-4b7e-bcd6-b34d7ab4fbe2/content

Machado, R.(2001). "Caracterización física-química de 4 ecotipos de Maca (*Lepidium meyenii Walp~*). Procesos de liofilización, atomización y pregelatinización en el ecotipo seleccionado. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la selva.]. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/bcd2e807-9a26-4fba-88d5-10317cf93b9c/content

Minich, D., Ross, K., Frame, J., Fahoum, M., Waner, W., Meissner, H.(2024). Not All Maca Is Created Equal: A Review of Colors, Nutrition, Phytochemicals, and Clinical Uses.Vol 16(4), 530. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/nu16040530>

Martínes, E. (2007). Definiciones de humedad y su equivalencia. Centro Nacional de Metrología.<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cenam.mx/dme/pdf/tm02.pdf>

Norma Técnica Peruana 202.057. (2006). *Leche y productos lácteos*. Helados. Requisitos. Segunda Edición (revisada el 2018)

Norma Técnica Peruana 209.067. (2018). *Determinación de humedad*. Helados.

Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa. (1994). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-155-SCFI-2012, Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Especificaciones químicas y microbiológicas. (2012). Diario Oficial de la Federación.

Núñez, E. (2015). Análisis de la variabilidad genética de las ocas cultivadas (*Oxalis tuberosa mol.*) de la región Cajamarca. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina.]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1881>

Norma Técnica Peruana 202.136: 2025. Leche y productos grasos. Determinar componentes de grasa, proteína, lactosa, sacarosa y sólidos totales

Ordoñez, M. (2020). Cultivo de Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) y sus Perspectivas de Procesamiento en Angaraes. [Tesis de pregrado, Universidad para el desarrollo andino.]. <https://repositorio.udea.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b4e95ef5-88a3-469e-b4cf-980c797bd0ea/content>

Programa Nacional de Innovación Agraria. (2021). Mejoran producción de mashua negra y papa nativa en Junín con proyecto de innovación agraria. <https://www.gob.pe/institucion/pnia/noticias/217966-mejoran-produccion-de-mashua-negra-y-papa-nativa-en-junin-con-proyecto-de-innovacion-agraria>

Pesantes y Tejada (2021). Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Callao.]. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PESANTES%20ARRIOLA-MAESTRIA-FIQ-2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puclla, YN (2020). Elaboración de helados artesanales empleando tubérculos andinos como la oca y la mashua. Escrito . <https://www.scribd.com>

Paredes, J. (2018). Identificación y cuantificación de macamidas en tres variedades de *Lepidium meyenii* (maca). [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María.]. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/77382fcb-7cda-4547-8fe2-8f6ddc6f019d/content>

Rodríguez, J., Mejía, L., Serna, L. (2019). Sensory and calorie evaluation of an ice cream mix, where inulin is incorporated as a partial substitute for fat. *rev.udcaactual. divulg. cient. vol.22 no.2. Obtenido de <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1294>*

- Rojas, C., Pérez, L., & Gómez, R. (2024). Desarrollo de purés vegetales enriquecidos con proteínas para alimentación infantil. Universidad Nacional de Colombia. <http://repositorio.unal.edu.co>
- Saá, M. (2019). Evaluación del efecto de secado de la mashua morada *Tropaeolum tuberosum* sobre las propiedades organolépticas y actividad antioxidante. [Tesis de pregrado, Universidad técnica del norte.]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9033/1/03%20EIA%20477%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf
- Salazar Quispe, C. (2019). Evaluación de la capacidad antioxidante de purés de olluco (*Ullucus tuberosus*) sometidos a diferentes tratamientos térmicos [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1234>
- Sanguansri, L., Shen, Z., Weerakkody, R., Barnes, M., & Stockmann, R. (2023). Physicochemical properties, antioxidant capacity and consumer acceptability of ice cream with avocado pulp. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(2), 113-122. <https://doi.org/10.31883/pjfn/170938>
- Santivañez, C. (2019). Análisis del sector productivo en el cultivo de oca (*Oxalis tuberosa Mol*) y el manejo comercial para el incremento de oferta en el mercado local bajo las condiciones de marketing – mix en el distrito de comas-concepción. Facultad de agronomía. Chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5439/T010_20105542_T.pdf?sequence=1&isAllow
- Syed, Q. A., Anwar, S., Shukat, R., & Hussain, S. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. *Journal of Nutrition and Health Food Engineering*, 8(6), 422-435. <https://doi.org/10.15406/jnhfe.2018.08.00305>

- Taípe, M. (2022). Evaluación del contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de (*Oxalis tuberosa*) ecotipo morada durante el tiempo de almacenamiento. [Tesis de pregrado. Universidad nacional de Huancavelica.]. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e7f022d6-836f-45c1-8e9f-2c13ce946c68/content>
- Torre, M. (2021). Efecto de la aplicación de la materia orgánica en el rendimiento de la mashua (*Tropaeolum Tuberosum*) en condiciones de Acobamba-Huancavelica. . [Tesis de pregrado. Universidad nacional de Huancavelica.].<chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcgiclfndmkaj/https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/cef57986-2fdd-4bb9-a1da-6d455e630490/content>
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2024). FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. (2019). FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov>
- U.S. Department of Agriculture. (2023). FoodData Central. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- Villacís, E. (2019). Análisis químico, microbiológico y sensorial de helados de mora (*Rubus glaucus Benth*) a base de leche de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*). Ciencia Digital. <https://cienciadigital.org>
- Villacrés, E., Brito, E., & Espín, S. (2004). Caracterización fisicoquímica, nutricional y funcional de raíces y tubérculos andinos. En V. Barrera, C. Tapia, & A. Monteros (Eds.), Raíces y tubérculos andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador (pp. 25–40). Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Zamora, I., Caicedo, D., Pincay, F., Ponce, S., Salazar, A., Vera, I. (2021). Carbohydrate-rich diet. Universidad laica Eloy Alfaro de manabi. <https://revistafdm.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2021/09/Articulo-Control-de-carbohidratos.pdf>

IX. ANEXO

Anexo 1: Proceso de obtención

Figura 14

Proceso de obtención de los tubérculos andinos.



Figura 15

Pesado de la maca negra, amarilla, oca, mashua negra y amarilla



Figura 16

Soleado de la maca negra, amarilla, oca, mashua negra y amarilla



Figura 17

Selección, lavado y cortado la maca negra, amarilla, oca, mashua negra y amarilla



Figura 18

Cocción de cada uno de los tubérculos andinos



Figura 19

Pulpeado cada uno de los tubérculos andinos



Figura 20

Se tamizado cada uno de los tubérculos andinos



Figura 21

Se embolso con bolsas herméticas cada uno de los productos andinos.



Figura 22

Se almaceno a -20°C



Anexo 2

Figura 23

Proceso de elaboración de helados a partir de tubérculos andinos.



Figura 24

Recepción de insumos



Figura 25

Pesados de insumos para cada uno de los helados



Figura 26

Mezclado y batido con la batidora



Figura 27

Se envasa en táperes transparentes limpios y esterilizados



Figura 28

Se congelado y se almaceno a -20°C



Anexo 3

Figura 29

Fotográficas de determinación de las propiedades fisicoquímicos en pures y helados elaborados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla).

a) Humedad (%) de pure y helados



b) Ceniza (%) de pure y helados



c) Grasa (%) de pure y helados



d) Proteína (%) de pure y helados



Anexo 4

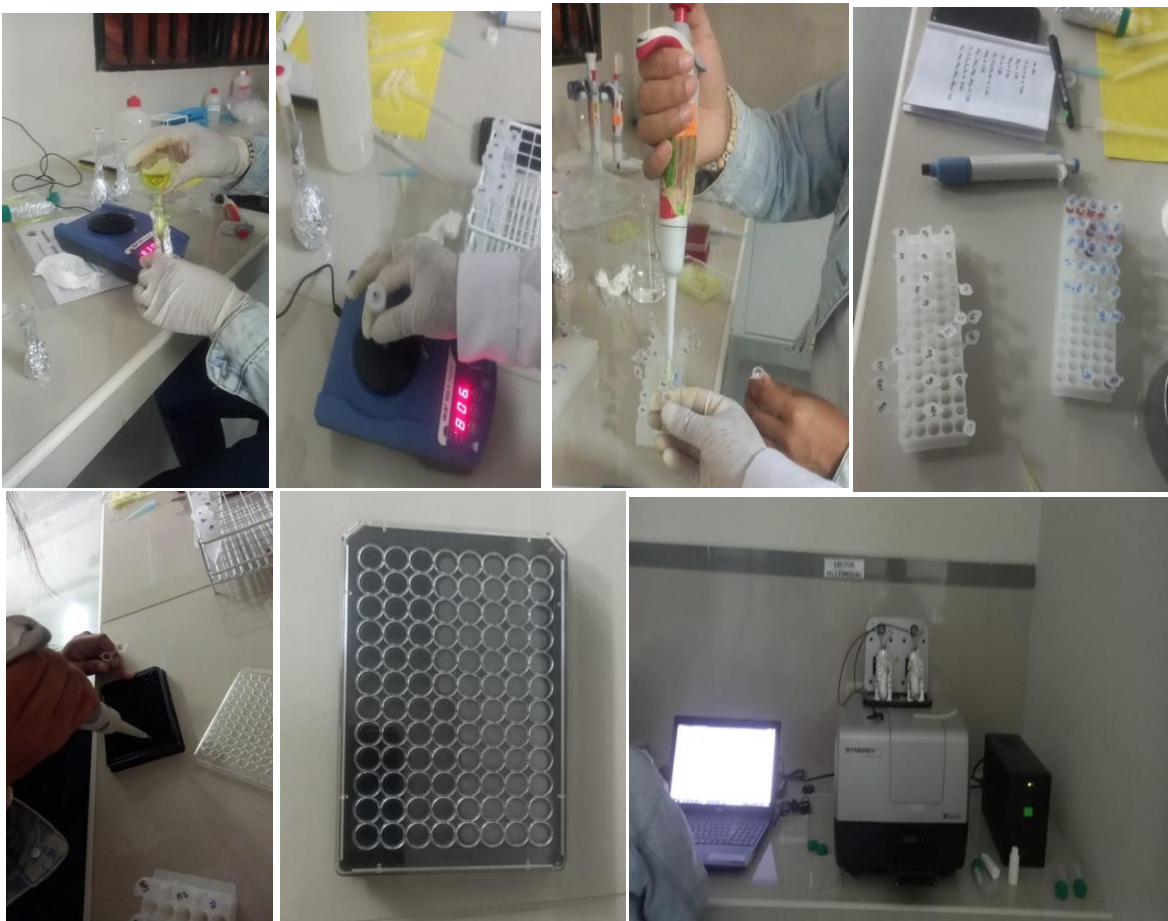
Figura 30

Fotográficas de cuantificación de compuestos fenólicos en pures y helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla).



Figura 31

Fotográficas de capacidad antioxidante en pures y helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla).



Anexo 5

Figura 32

Fotografías de evaluación sensorial catadores en helados de tubérculos andinos



Anexo 6

Determinación de propiedades fisicoquímicos en pures y helados de tubérculos andinos

Figura 33

Determinación de humedad en pures

Determinación de % humedad						
Nombre de la muestra	rotulo	W. Placa	W. muestra Inicial	W. Placa+ Muestra seca	W Muestra seca	% Humedad
Pure de mashua negra	PM1	96.5699	5.0023	97.358	0.7881	84.25%
Pure de mashua negra	PM1	94.1988	5.0006	94.9645	0.7657	84.69%
Pure de mashua negra	PM1	94.8493	5.0049	95.6819	0.8326	83.36%
Pure de mashua amarilla	PM2	96.1561	5.006	97.0373	0.8812	82.40%
Pure de mashua amarilla	PM2	96.7472	5.0056	97.5599	0.8127	83.76%
Pure de mashua amarilla	PM2	97.3846	5.0035	98.2065	0.8219	83.57%
Pure de oca amarilla	PM3	94.6432	5.005	95.5248	0.8816	82.39%
Pure de oca amarilla	PM3	93.3004	5.004	94.2265	0.9261	81.49%
Pure de oca amarilla	PM3	94.6149	5.003	95.5531	0.9382	81.25%
Pure de maca negra	PM4	94.0859	5.0027	96.834	2.7481	45.07%
Pure de maca negra	PM4	93.9872	5.0011	96.704	2.7168	45.68%
Pure de maca negra	PM4	97.3988	5.0013	100.183	2.7842	44.33%
Pure de maca amarilla	PM5	94.5395	5.0019	97.7205	3.181	36.40%
Pure de maca amarilla	PM5	97.6379	5.0062	100.7608	3.1229	37.62%
Pure de maca amarilla	PM5	94.5244	5.0022	97.7202	3.1958	36.11%

Figura 34

Determinación de humedad en helados

Determinación de % humedad						
Nombre de la muestra	rotulo	W. Placa	W. muestra Inicial	W. Placa+ Muestra seca	W Muestra seca	% Humedad
Helado de mashua negra	M1	44.3079	3.0155	45.1143	0.8064	73.26%
Helado de mashua negra	M1	41.0104	3.0067	41.7967	0.7863	73.85%
Helado de mashua negra	M1	43.1047	3.0344	43.9119	0.8072	73.40%
Helado de mashua amarilla	M2	32.261	3.0676	33.0794	0.8184	73.32%
Helado de mashua amarilla	M2	41.0111	3.0412	41.8095	0.7984	73.75%
Helado de mashua amarilla	M2	34.6715	3.0755	35.4833	0.8118	73.60%
Helados de oca amarilla	M3	33.2002	3.0118	34.0281	0.8279	72.51%
Helados de oca amarilla	M3	48.5959	3.0457	49.4381	0.8422	72.35%
Helados de oca amarilla	M3	48.3257	3.0719	49.1749	0.8492	72.36%
Helados de maca negra	M4	48.7446	3.034	49.5552	0.8106	73.28%
Helados de maca negra	M4	32.2593	3.0237	33.0473	0.788	73.94%
Helados de maca negra	M4	42.7337	3.0675	43.5462	0.8125	73.51%
Helados de maca amarilla	M5	35.8918	3.0099	36.7183	0.8265	72.54%
Helados de maca amarilla	M5	34.5884	3.0045	35.4145	0.8261	72.50%
Helados de maca amarilla	M5	53.4063	3.0855	54.2601	0.8538	72.33%

Figura 35*Determinación de ceniza en pures*

Determinacion de % Ceniza						
Nombre de la muestra	rotulo	Peso de crisol vacio	W. Muestra Inicial	W. Placa+ Muestra seca final	W. Muestra seca	% de Ceniza
Pure de mashua negra	PM1	43.3979	3.0524	43.4659	0.0680	2.228
Pure de mashua negra	PM1	40.9938	3.0572	41.0313	0.0375	1.227
Pure de mashua negra	PM1	43.3764	3.0605	43.4461	0.0697	2.277
Pure de mashua amarilla	PM2	40.9929	3.0131	41.0166	0.0237	0.787
Pure de mashua amarilla	PM2	40.9936	3.0517	41.0213	0.0277	0.908
Pure de mashua amarilla	PM2	40.9922	3.0336	41.0159	0.0237	0.781
Pure de oca amarilla	PM3	38.4086	3.0246	38.4412	0.0326	1.078
Pure de oca amarilla	PM3	38.5675	3.0369	38.6065	0.039	1.284
Pure de oca amarilla	PM3	38.4378	3.0239	38.4702	0.0324	1.071
Pure de maca negra	PM4	35.1683	3.0478	35.191	0.0227	0.745
Pure de maca negra	PM4	35.1666	3.0569	35.1902	0.0236	0.772
Pure de maca negra	PM4	35.1671	3.0689	35.1908	0.0237	0.772
Pure de maca amarilla	PM5	47.7621	3.0557	47.7738	0.0117	0.383
Pure de maca amarilla	PM5	47.3512	3.0245	47.3622	0.011	0.364
Pure de maca amarilla	PM5	47.6022	3.0469	47.6512	0.049	1.608

Figura 36*Determinación de ceniza en helados*

Determinacion de % Ceniza						
Nombre de la muestra	rotulo	Peso de crisol vacio	W. Muestra Inicial	W. Placa+ Muestra seca final	W. Muestra seca	% de Ceniza
Helado de mashua negra	M1	21.595	3.0898	21.5996	0.0046	0.149
Helado de mashua negra	M1	21.486	3.0567	21.4911	0.0051	0.167
Helado de mashua negra	M1	21.468	3.0799	21.4725	0.0045	0.146
Helado de mashua amarilla	M2	38.4058	3.0137	38.4263	0.0205	0.680
Helado de mashua amarilla	M2	38.4578	3.0233	38.4779	0.0201	0.665
Helado de mashua amarilla	M2	38.6046	3.0245	38.6232	0.0186	0.615
Helados de oca amarilla	M3	47.7536	3.0075	47.7682	0.0146	0.485
Helados de oca amarilla	M3	47.5578	3.0055	47.5699	0.0121	0.403
Helados de oca amarilla	M3	47.7233	3.0072	47.7379	0.0146	0.486
Helados de maca negra	M4	24.8165	3.0374	24.8276	0.0111	0.365
Helados de maca negra	M4	24.7645	3.0411	24.7755	0.0110	0.362
Helados de maca negra	M4	24.5521	3.0269	24.5623	0.0102	0.337
Helados de maca amarilla	M5	35.1669	3.0588	35.1878	0.0209	0.683
Helados de maca amarilla	M5	35.1684	3.0478	35.1901	0.0217	0.712
Helados de maca amarilla	M5	35.1675	3.0647	35.1879	0.0204	0.666

Figura 37*Determinación de grasa en pures*

Determinación de grasa por el metodo soxhlet de los pure						
Nombre de la muestra	rotulo	W. Balon	W. muestra Inicial	W. Balon + Grasa	W grasa	% Grasa
Pure de mashua negra	MP1	108.563	3.0032	108.6143	0.051	1.71%
Pure de mashua negra	MP1	108.56	3.0029	108.613	0.053	1.76%
Pure de mashua negra	MP1	108.565	3.0034	108.617	0.052	1.73%
Pure de mashua amarilla	MP2	96.8588	2.1431	96.8858	0.027	1.26%
Pure de mashua amarilla	MP2	96.7977	2.1278	96.8247	0.027	1.27%
Pure de mashua amarilla	MP2	96.8099	2.1399	96.8375	0.0276	1.29%
Pure de oca	MP3	106.7155	3.0334	106.7393	0.0238	0.78%
Pure de oca	MP3	106.6982	3.0296	106.7198	0.0216	0.71%
Pure de oca	MP3	106.8046	3.0416	106.8278	0.0232	0.76%
Pure de maca negra	MP4	78.9099	3.0636	79.0288	0.1189	3.88%
Pure de maca negra	MP4	78.9135	3.0645	79.0123	0.0988	3.22%
Pure de maca negra	MP4	78.8889	3.0587	78.9901	0.1012	3.31%
Pure de maca amarilla	MP5	109.2328	3.0432	109.2726	0.0398	1.31%
Pure de maca amarilla	MP5	109.2299	3.0399	109.2693	0.0394	1.30%
Pure de maca amarilla	MP5	109.2426	3.0511	109.2841	0.0415	1.36%

Figura 38*Determinación de grasa en helados*

Determinación de grasa por el metodo gerber de los helados		
Nombre de la muestra	rotulo	% Grasa
Helado de mashua negra	M1	8.0%
Heladode mashua negra	M1	8.1%
Helado de mashua negra	M1	8.0%
Helado de mashua amarilla	M2	7.8%
Helado de mashua amarilla	M2	7.6%
Helado de mashua amarilla	M2	7.7%
Helado de oca	M3	7.0%
Helado de oca	M3	7.0%
Helado de oca	M3	7.2%
Helado de maca negra	M4	8.0%
Helado de maca negra	M4	8.3%
Helado de maca negra	M4	8.0%
Helado de maca amarilla	M5	9.0%
Helado de maca amarilla	M5	9.0%
Helado de maca amarilla	M5	9.1%

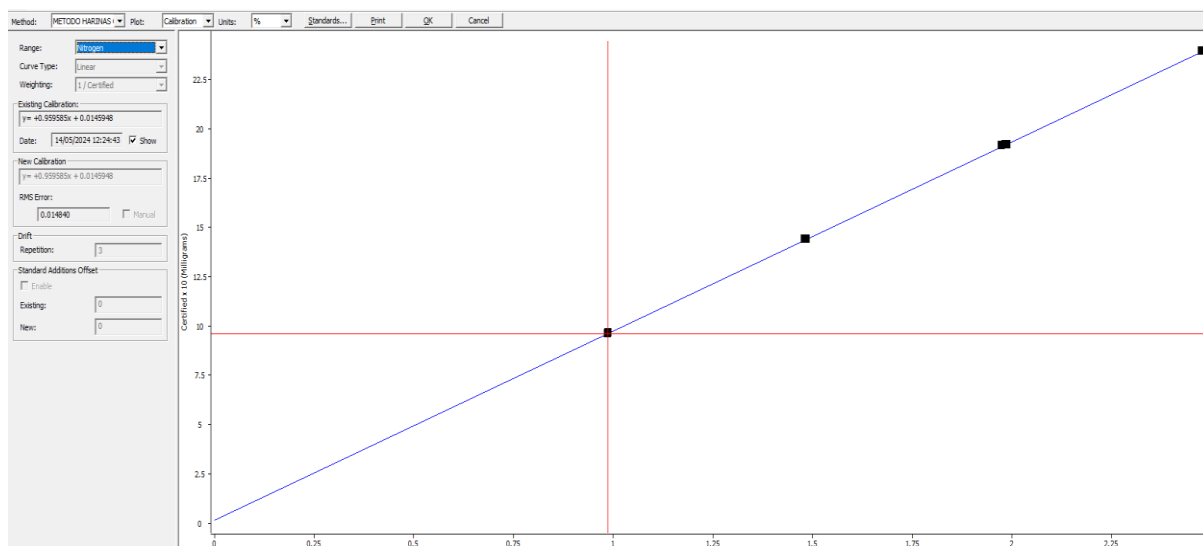
Figura 39

Determinación de proteínas en helados y pures

NOMBRE	MASA (g)	AREA N	%N	FACTOR DE	%HUMEDA	% PROTEINA	N PPM	N MG	AREA C02	% C02	%H2O	AREA H2O
HELADO M1 HELADO DE MASHUA NEGRA	0.1105	1	30.537	0.23887	6.25	1.4929	2388.7	0.26397	84196	13.711	8.8989	39317
HELADO M1 HELADO DE MASHUA NEGRA	0.1123	2	32.711	0.26231	6.25	1.6395	2623.1	0.29461	86862	13.895	9.369	41895
HELADO M1 HELADO DE MASHUA NEGRA	0.1115	3	32.3	0.259	6.25	1.6188	2590	0.28882	85731	13.821	9.4223	41837
HELADO M2 HELADO DE OCA	0.0578	4	19.798	0.19497	6.25	1.2186	1949.7	0.11271	46367	15.036	10.509	25234
HELADO M2 HELADO DE OCA	0.0765	5	23.208	0.21009	6.25	1.3131	2100.9	0.16073	60203	14.447	10.006	31153
HELADO M2 HELADO DE OCA	0.0511	6	19.777	0.21994	6.25	1.3746	2199.4	0.1124	41145	15.262	10.794	23141
HELADO M3 MACA AMARILLA	0.0542	7	20.764	0.23302	6.25	1.4564	2330.2	0.12631	44597	15.479	10.484	23766
HELADO M3 MACA AMARILLA	0.05	8	20.594	0.24781	6.25	1.5488	2478.1	0.12391	41122	15.593	10.459	22068
HELADO M3 MACA MARILLA	0.0523	9	20.698	0.2397	6.25	1.4981	2397	0.12537	43357	15.637	10.478	23007
HELADO M4 MASHUA AMARILLA	0.0568	10	21.976	0.2524	6.25	1.5775	2524	0.14338	43788	14.524	10.415	24641
HELADO M4 MASHUA AMARILLA	0.054	11	21.294	0.24772	6.25	1.5483	2477.2	0.13378	42663	14.924	10.179	23070
HELADO M4 MASHUA AMARILLA	0.057	12	22.081	0.25412	6.25	1.5883	2541.2	0.14486	45382	14.952	10.371	24623
HELADO M5 MACA NEGRA	0.0517	13	19.738	0.21635	6.25	1.3522	2163.5	0.11186	39687	14.603	10.536	22884
HELADO M5 MACA NEGRA	0.0538	14	20.184	0.21956	6.25	1.3723	2195.6	0.11814	41689	14.668	10.451	23542
HELADO M5 MACA NEGRA	0.0542	15	20.43	0.22433	6.25	1.4021	2243.3	0.1216	42301	14.754	10.37	23535
PULPA MH1 MASHUA NEGRA	0.1016	16	20.047	0.11437	6.25	0.71482	1143.7	0.11621	22460	4.5032	9.7019	39406
PULPA MH1 MASHUA NEGRA	0.1024	17	25.119	0.18325	6.25	1.1453	1832.5	0.18766	24450	4.7993	9.9208	40537
PULPA MH1 MASHUA NEGRA	0.1017	18	21.318	0.13186	6.25	0.82413	1318.6	0.13412	23808	4.7229	10.246	41515
PULPA MH2 MASHUA AMARILLA	0.1006	19	30.842	0.26665	6.25	1.6665	2666.5	0.26827	26353	5.2106	9.8512	39605
PULPA MH2 MASHUA AMARILLA	0.1011	20	28.661	0.23495	6.25	1.4684	2349.5	0.23756	26165	5.1522	9.9582	40195
PULPA MH2 MASHUA AMARILLA	0.1018	21	27.889	0.22265	6.25	1.3916	2226.5	0.22668	26925	5.2405	10.655	43115
PULPA MH3 OCA AMARILLA	0.1043	23	12.195	0.00537	6.25	0.03355	53.7	0.0056	21338	4.1991	10.059	41782
PULPA MH3 OCA AMARILLA	0.1043	23	12.195	0.00537	6.25	0.03355	53.7	0.0056	21338	4.1991	10.059	41782
PULPA MH3 OCA AMARILLA	0.1043	23	12.195	0.00537	6.25	0.03355	53.7	0.0056	21338	4.1991	10.059	41782
PULPA MH4 MACA NEGRA	0.0526	25	18.451	0.17818	6.25	1.1136	1781.8	0.09373	17598	7.1605	10.13	22440
PULPA MH4 MACA NEGRA	0.0542	26	18.594	0.17662	6.25	1.1039	1766.2	0.09574	16877	6.7167	10.664	24130
PULPA MH4 MACA NEGRA	0.0535	27	18.847	0.18559	6.25	1.1599	1855.9	0.0993	17060	6.8638	10.692	23908
PULPA MH5 MACA AMARILLA	0.0604	28	20.774	0.20934	6.25	1.3084	2093.4	0.12646	25299	8.4109	10.524	26292
PULPA MH5 MACA AMARILLA	0.0602	29	20.207	0.19676	6.25	1.2298	1967.6	0.11846	25130	8.3909	10.495	26146
PULPA MH5 MACA AMARILLA	0.0613	30	19.076	0.16723	6.25	1.0452	1672.3	0.10252	25695	8.3973	10.514	26623

Figura 40

Curva de calibración en proteínas de helados y pures



Anexo 7

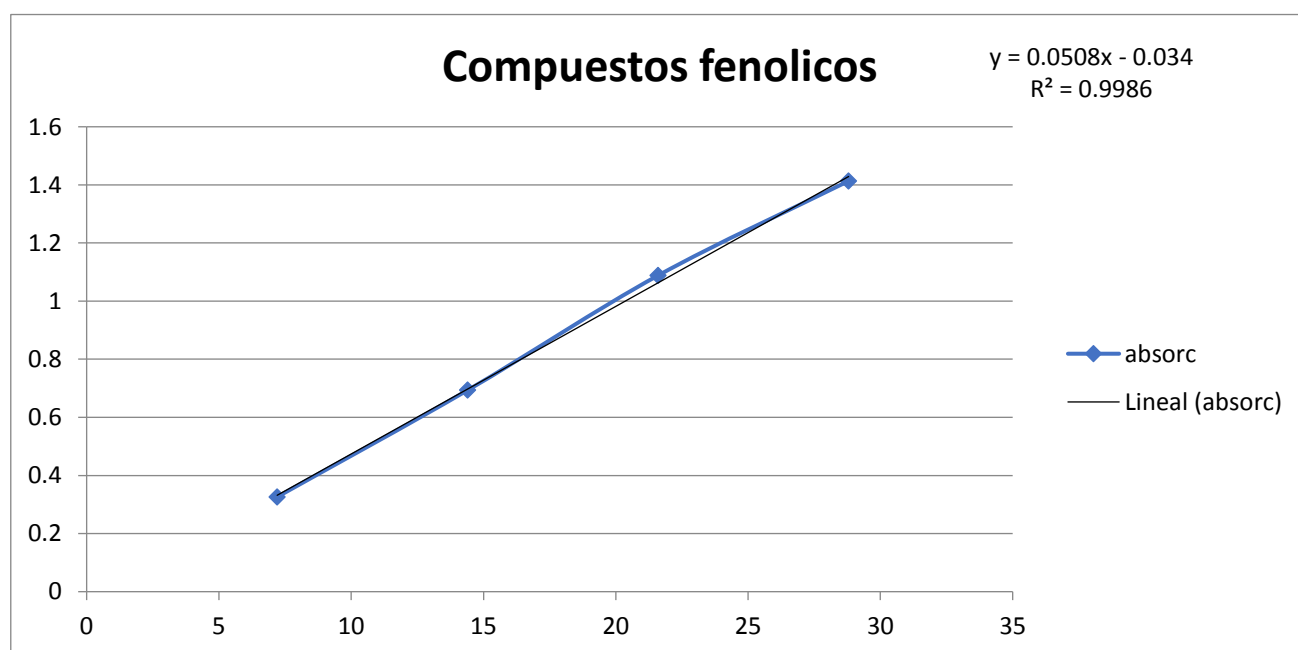
Figura 41

Determinación de compuestos fenólicos en pures y helados a base de tubérculos andinos por triplicado

Well ID	Name	Well	Conc/Dil	Blank 739	Conc*Dil	Count	Mean	Std Dev	CV (%)	ug/g	mg/g	mg GAE/100 g	MEDIA	SD
M1		H7	1	1.175	24.18	3	26.508	0.954	3.599	190.0122	0.190012	190.0122	201.17	2.00
M1		H8	1	1.237	25.42					199.7564	0.199756	199.7564		
M1		H9	1	1.255	25.78					202.5854	0.202585	202.5854		
M2		A10	1	0.754	15.76	3	16.286	0.385	2.364	126.012	0.126012	12.6012	12.88	0.27
M2		A11	1	0.773	16.14					129.0503	0.12905	12.90503		
M2		A12	1	0.788	16.44					131.449	0.131449	13.1449		
M3		B10	1	0.451	9.7	3	9.206	0.579	6.29	76.52256	0.076523	7.652256	7.78	0.40
M3		B11	1	0.439	9.46					74.62922	0.074629	7.462922		
M3		B12	1	0.488	10.44					82.36037	0.08236	8.236037		
M4		C10	1	0.153	3.74	0	?????	?????	?????	29.76048	0.02976	2.976048	3.03	0.06
M4		C11	1	0.157	3.82					30.39707	0.030397	3.039707		
M4		C12	1	0.16	3.88					30.87451	0.030875	3.087451		
M5		D10	1	0.12	3.08	0	?????	?????	?????	24.53792	0.024538	2.453792	2.50	0.05
M5		D11	1	0.126	3.2					25.49395	0.025494	2.549395		
M5		D12	1	0.122	3.12					24.85666	0.024857	2.485666		
MP1		E10	1	0.378	8.24	3	7.597	0.218	2.874	65.77923	0.065779	6.577923	6.74	0.15
MP1		E11	1	0.39	8.48					67.69513	0.067695	6.769513		
MP1		E12	1	0.397	8.62					68.81274	0.068813	6.881274		
MP2		F10	1	0.747	15.62	3	17.038	1.133	6.651	123.9043	0.123904	12.39043	13.31	0.80
MP2		F11	1	0.838	17.44					138.3413	0.138341	13.83413		
MP2		F12	1	0.829	17.26					136.9135	0.136913	13.69135		
MP3		G10	1	0.534	11.36	3	11.338	0.4	3.524	90.70766	0.090708	9.070766	9.38	0.28
MP3		G11	1	0.568	12.04					96.13734	0.096137	9.613734		
MP3		G12	1	0.559	11.86					94.70007	0.0947	9.470007		
MP4		H10	1	0.51	10.88	3	10.61	0.252	2.374	86.94262	0.086943	8.694262	8.88	0.18
MP4		H11	1	0.522	11.12					88.86048	0.08886	8.886048		
MP4		H12	1	0.532	11.32					90.45869	0.090459	9.045869		
MP5		G1	1	0.374	8.16	3	8.323	0.325	3.901	65.06269	0.065063	6.506269	6.72	0.21
MP5		G2	1	0.4	8.68					69.20884	0.069209	6.920884		
MP5		G3	1	0.389	8.46					67.4547	0.067455	6.74547		

Figura 42

Curva de calibración de los compuestos fenólicos



Anexo 8

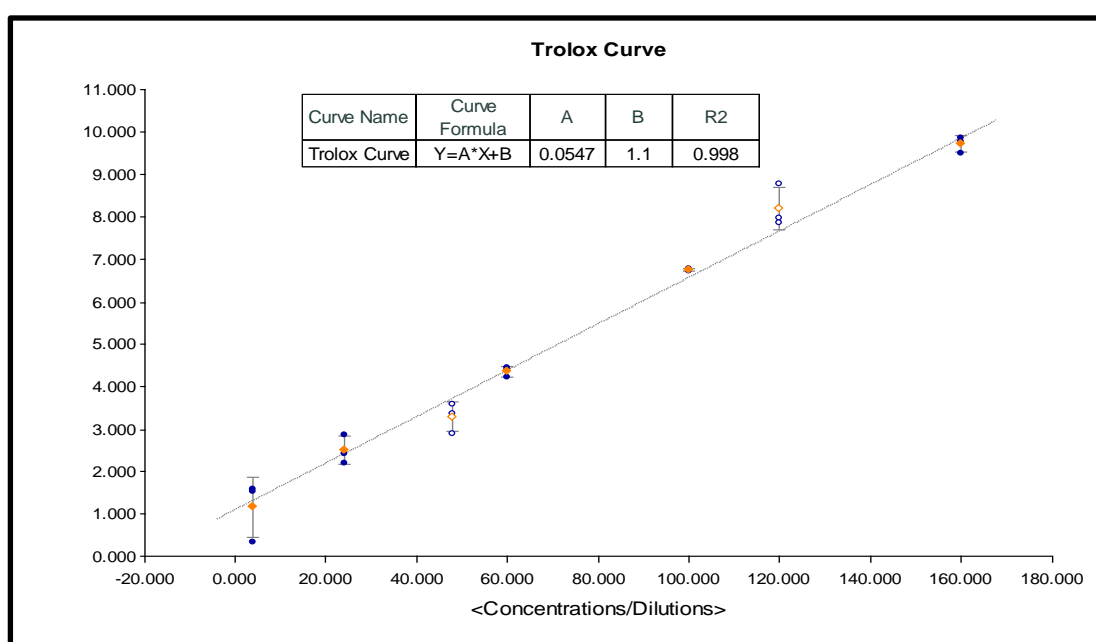
Figura 43

Determinación de capacidad antioxidante por el método ORAC por triplicado

Well ID	Name	Well	Conc/Dil	Net AUC	conc*dil	Count	Mean	Std Dev	CV (%)	umoles ET/100g	Media	sd
M1		D10	50	1.931	763.333	3	646.04	142.118	21.998	599.845193		
M1		D11	50	1.847	686.788					539.694315		
M1		D12	50	1.63	487.999					383.481199	569.769754	42.5330938
M2		E1	20	1.552	166.67	3	176	8.728	4.959	133.264037		
M2		E2	20	1.599	183.964					147.09177		
M2		E3	20	1.581	177.365					141.81542	140.723743	6.97820675
M3		D4	5	6.535	493.173	3	503.741	10.267	2.038	389.060429		
M3		D5	5	6.793	513.677					405.235879		
M3		D6	5	6.676	504.374					397.896813	401.566346	5.1895033
M4		E4	5	4.012	292.24	3	279.401	16.183	5.792	232.545556		
M4		E5	5	3.918	284.741					226.57834		
M4		E6	5	3.623	261.223					207.864248	229.561948	4.2194587
M5		F4	5	3.274	233.453	3	220.228	13.755	6.246	185.988687		
M5		F5	5	3.121	221.232					176.25239		
M5		F6	5	2.929	205.999					164.116475	181.120539	6.88460164
MP1		F1	50	4.072	2719.553	3	2672.292	43.754	1.637	2170.99647		
MP1		F2	50	3.977	2633.195					2102.0576		
MP1		F3	50	4.011	2664.127					2126.75035	2133.26814	34.9285431
MP2		F4	20	4.538	1258.203	3	1228.415	28.587	2.327	998.058938		
MP2		F5	20	4.45	1225.837					972.384881		
MP2		F6	20	4.382	1201.203					952.844168	974.429329	22.676611
MP3		F7	20	1.887	289.152	3	306.574	15.205	4.96	230.882922		
MP3		F8	20	1.953	313.399					250.243737		
MP3		F9	20	1.963	317.171					253.255614	244.794091	12.1411826
MP4		F10	20	2.224	412.361	3	390.043	46.433	11.904	329.519738		
MP4		F11	20	2.248	421.103					336.505514		
MP4		F12	20	2.017	336.665					269.030686	311.685312	37.1047592
MP5		G1	20	2.046	347.163	3	172.864	151.255	87.499	276.805868		
MP5		G2	20	1.357	95.349					76.0252756		
MP5		G3	20	1.304	76.08					60.661391	137.830845	10.863907

Figura 44

Curva de calibración de la capacidad antioxidante por el método ORAC



Anexo 9 Ficha de evaluación sensorial

FORMATO DE ANALISIS SENSORIAL

Nombre Apellidos:.....

FECHA: **EDAD:**

A continuación, pruebe por favor las muestras, e indique su nivel de agrado. Evalúe las cinco muestras de “**Helados**” en sus atributos de **Color, Textura, Sabor y Aceptabilidad general**. Marque con un aspa (X) en el recuadro donde corresponde.

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta poco
3	No me gusta / no me disgusta
4	Me gusta moderadamente
5	Me gusta muchísimo

N° Muestra	Características	Calificación				
M1	Color	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Aceptabilidad general	1	2	3	4	5

N° Muestra	Características	Calificación				
M2	Color	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Aceptabilidad general	1	2	3	4	5

N° Muestra	Características	Calificación				
M3	Color	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Aceptabilidad general	1	2	3	4	5

N° Muestra	Características	Calificación				
M4	Color	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Aceptabilidad general	1	2	3	4	5

N° Muestra	Características	Calificación				
M5	Color	1	2	3	4	5
	Textura	1	2	3	4	5
	Sabor	1	2	3	4	5
	Aceptabilidad general	1	2	3	4	5

Anexo 10

Lista de catadores no entrenados

CATADORES	EDAD	SEXO
C1	19	M
C2	22	M
C3	19	M
C4	25	F
C5	22	M
C6	23	M
C7	18	F
C8	18	F
C9	19	M
C10	19	F
C11	20	M
C12	19	F
C13	21	M
C14	19	F
C15	20	M
C16	19	M
C17	19	M
C18	18	M
C19	22	F
C20	22	M
C21	22	F
C22	33	F
C23	19	F
C24	19	M
C25	24	F
C26	40	M
C27	28	M
C28	21	F
C29	22	M
C30	22	M
C31	18	F
C32	19	F
C33	20	F
C34	30	F
C35	33	F
C36	27	M
C37	39	M
C38	23	F
C39	38	F
C40	28	F
C41	31	F
C42	39	M
C43	19	F

C44	18	F
C45	23	M
C46	20	M
C47	22	M
C48	22	F
C49	22	F
C50	22	M
C51	20	F
C52	21	F
C53	21	F
C54	20	M
C55	21	F
C56	23	F
C57	26	F
C58	23	F
C59	23	F
C60	46	M
C61	21	F
C62	30	M
C63	20	M
C64	22	M
C65	23	F
C66	22	F
C67	22	M
C68	20	F
C69	20	F
C70	19	F
C71	22	M
C72	21	F
C73	20	M
C74	20	F
C75	21	F
C76	28	M
C77	20	F
C78	21	F
C79	26	F
C80	20	M
C81	24	F
C82	24	F
C83	28	M
C84	22	F
C85	35	M
C86	24	M
C87	26	F
C88	41	F
C89	25	M
C90	26	M

ANEXO 11. Operacionalización de variables

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	MÓDULO	INDICADOR
Compuestos fenólicos	Los metabolitos secundarios fenólicos, clasificados estructuralmente como polifenoles cumplen un rol de tareas en los seres humanos	Contenido fenólico	Análisis de compuesto	Contenido total de fenólicos (mg EAG/100 g): Cuantificado por espectrofotometría a 765 nm usando reactivo Folin-Ciocalteu, expresado como equivalentes de ácido gálico mediante curva de calibración.
Capacidad antioxidante	Son agentes que previenen la oxidación de los alimentos tienen una función principal en el control de enfermedades vinculados con el estrés celular por oxidación.	Actividad antioxidante	Análisis de funcionalidad	Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox}/100 \text{ g}$): Medida por método ORAC mediante inhibición de fluorescencia inducida por peróxidos, comparada con estándar Trolox.
Propiedades fisicoquímicas	Características físicas y químicas que determinan la calidad nutricional y funcional de los purés y helados elaborados con tubérculos andinos.	Parámetros físicos y químicos	Análisis físico químico	<p>-Humedad (%): Contenido de agua libre y ligada, calculado como la pérdida de peso tras secado en estufa a 105 °C hasta peso constante.</p> <p>-Ceniza (%): Residuo inorgánico tras incineración a 550 °C, indicativo de minerales.</p> <p>-Grasa (%): Contenido lipídico extraído por método Soxhlet con éter de petróleo.</p> <p>-Proteína (%): Nitrógeno total multiplicado por factor 6.25, vía método Kjeldahl o Dumas.</p> <p>-Carbohidratos (%): Calculados por diferencia (100 - suma de humedad, ceniza, grasa y proteína). Valores promediados de triplicados, con ANOVA para diferencias significativas ($p < 0.05$).</p>

Evaluación sensorial	La evaluación sensorial es un conjunto de técnicas para medir con precisión las respuestas de las personas a los alimentos. Esta técnica minimiza los efectos sesgados que tiene la marca del producto o alguna información que pueda intervenir en la percepción del consumidor.	Parámetros físicos y químicos	Evaluación hedónica	Puntuaciones medias en color, textura, sabor y aceptación general: Escala hedónica de 5 puntos (1 = me disgusta mucho; 5 = me gusta mucho), aplicada a 90 panelistas no entrenados (18-45 años). Análisis con Kruskal-Wallis para comparaciones no paramétricas.
VARIABLE INDEPENDIENTE				
Tubérculos andinos: Pure de mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla	Cantidad de puré de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla (<i>Tropaeolum tuberosum</i>), oca (<i>Oxalis tuberosa</i>), maca negra y maca amarilla (<i>Lepidium meyenii</i>) utilizados como ingrediente principal en la formulación de helados.	Tipo de tubérculo	Formulación de helado	Proporción de puré en la formulación (%).

Anexo 12

Datos de las propiedades fisicoquímicos (humedad, ceniza, grasa, proteína y carbohidrato) en pures y helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra y maca amarilla)

Análisis de varianza de la humedad en pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	6508.22	1627.05	3304.51	0.000
Error	10	4.92	0.49		
Total	14	6513.14			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.701693	99.92%	99.89%	99.83%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
MP1	3	84.100	0.678	(83.197, 85.003)
MP2	3	83.243	0.737	(82.341, 84.146)
MP3	3	81.710	0.601	(80.807, 82.613)
MP4	3	45.027	0.676	(44.124, 45.929)
MP5	3	36.710	0.801	(35.807, 37.613)

Desv.Est. agrupada = 0.701693

Comparaciones por parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación	
MP1	3	84.100	A	
MP2	3	83.243	A	B
MP3	3	81.710	B	
MP4	3	45.027	C	
MP5	3	36.710	D	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza en grasa

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	13.0798	3.26995	124.52	0.000
Error	10	0.2626	0.02626		
Total	14	13.3424			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.162049	98.03%	97.24%	95.57%

Media

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
MP1	3	1.7333	0.0252	(1.5249; 1.9418)
MP2	3	1.27333	0.01528	(1.06487; 1.48180)
MP3	3	0.7500	0.0361	(0.5415; 0.9585)
MP4	3	3.470	0.358	(3.262; 3.678)
MP5	3	1.3233	0.0321	(1.1149; 1.5318)

Desv.Est. agrupada = 0.162049

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación		
MP4	3	3.470	A		
MP1	3	1.7333		B	
MP5	3	1.3233		B	C
MP2	3	1.27333			C
MP3	3	0.7500			D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza en ceniza de pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	2.839	0.7098	4.04	0.033
Error	10	1.759	0.1759		
Total	14	4.598			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.419346	61.75%	46.45%	13.94%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
MP1	3	1.911	0.593	(1.371; 2.450)
MP2	3	0.8253	0.0717	(0.2859; 1.3648)
MP3	3	1.1443	0.1210	(0.6049; 1.6838)
MP4	3	0.76300	0.01559	(0.22355; 1.30245)
MP5	3	0.785	0.713	(0.246; 1.324)

Desv.Est. agrupada = 0.419346

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación	
MP1	3	1.911	A	
MP3	3	1.1443	A	B
MP2	3	0.8253	A	B
MP5	3	0.785	A	B
MP4	3	0.76300		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza en proteínas de pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	3.7623	0.94057	51.12	0.000
Error	10	0.1840	0.01840		
Total	14	3.9463			

Resumen del modelo

S	R- cuadrado	R- cuadrado(ajustado)	R- cuadrado (pred)
0.135647	95.34%	93.47%	89.51%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
MP1	3	0.893	0.229	(0.719; 1.068)
MP2	3	1.5100	0.1442	(1.3355; 1.6845)
MP3	3	0.03000	0.00000	(-0.14450; 0.20450)
MP4	3	1.1233	0.0321	(0.9488; 1.2978)
MP5	3	1.1967	0.1332	(1.0222; 1.3712)

Desv.Est. agrupada = 0.135647

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación
MP2	3	1.5100	A
MP5	3	1.1967	A B
MP4	3	1.1233	B
MP1	3	0.893	B
MP3	3	0.03000	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Análisis de Varianza en carbohidratos de pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	6303.35	1575.84	4484.16	0.000
Error	10	3.51	0.35		
Total	14	6306.86			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.592809	99.94%	99.92%	99.87%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
MP1	3	11.363	0.392	(10.600; 12.125)
MP2	3	13.148	0.664	(12.385; 13.911)
MP3	3	16.366	0.593	(15.603; 17.128)
MP4	3	49.617	0.703	(48.854; 50.380)
MP5	3	59.985	0.564	(59.222; 60.748)

Desv.Est. agrupada = 0.592809

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación
MP5	3	59.985	A
MP4	3	49.617	B
MP3	3	16.366	C
MP2	3	13.148	D
MP1	3	11.363	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza de humedad en helado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	4	4.4791	1.11977	20.33	0.000
Error	10	0.5507	0.05507		
Total	14	5.0298			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.234677	89.05%	84.67%	75.36%

Medias

Muestras	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	73.503	0.308	(73.201; 73.805)
M2	3	73.557	0.218	(73.255; 73.859)
M3	3	72.4067	0.0896	(72.1048; 72.7086)
M4	3	73.577	0.335	(73.275; 73.879)
M5	3	72.4567	0.1115	(72.1548; 72.7586)

Desv.Est. agrupada = 0.234677

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestras	N	Media	Agrupación
M4	3	73.577	A
M2	3	73.557	A
M1	3	73.503	A
M5	3	72.4567	B
M3	3	72.4067	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza de grasa de helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	4	6.1173	1.52933	127.44	0.000
Error	10	0.1200	0.01200		
Total	14	6.2373			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.109545	98.08%	97.31%	95.67%

Medias

Muestras	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	8.0333	0.0577	(7.8924; 8.1743)
M2	3	7.7000	0.1000	(7.5591; 7.8409)
M3	3	7.0667	0.1155	(6.9257; 7.2076)
M4	3	8.100	0.173	(7.959; 8.241)
M5	3	9.0333	0.0577	(8.8924; 9.1743)

Desv.Est. agrupada = 0.109545

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestras	N	Media	Agrupación
M5	3	9.0333	A
M4	3	8.100	B
M1	3	8.0333	B
M2	3	7.7000	C
M3	3	7.0667	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de Varianza de ceniza en helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	4	0.580896	0.145224	167.55	0.000
Error	10	0.008667	0.000867		
Total	14	0.589564			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0294403	98.53%	97.94%	96.69%

Medias

Muestras	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	0.15400	0.01136	(0.11613; 0.19187)
M2	3	0.6533	0.0340	(0.6155; 0.6912)
M3	3	0.4580	0.0476	(0.4201; 0.4959)
M4	3	0.35467	0.01537	(0.31679; 0.39254)
M5	3	0.6870	0.0233	(0.6491; 0.7249)

Desv.Est. agrupada = 0.0294403

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestras	N	Media	Agrupación
M5	3	0.6870	A
M2	3	0.6533	A
M3	3	0.4580	B
M4	3	0.35467	C
M1	3	0.15400	D

Análisis de Varianza de proteína en helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	4	0.18847	0.047117	15.26	0.000
Error	10	0.03087	0.003087		
Total	14	0.21933			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0555578	85.93%	80.30%	68.34%

Medias

Muestras	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	1.5833	0.0814	(1.5119; 1.6548)
M2	3	1.3000	0.0755	(1.2285; 1.3715)
M3	3	1.5033	0.0451	(1.4319; 1.5748)
M4	3	1.5733	0.0208	(1.5019; 1.6448)
M5	3	1.3733	0.0252	(1.3019; 1.4448)

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestras	N	Media	Agrupación		
M1	3	1.5833	A		
M4	3	1.5733	A		
M3	3	1.5033	A	B	
M5	3	1.3733		B	C
M2	3	1.3000			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza de carbohidrato en helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestras	4	9.7105	2.42764	25.64	0.000
Error	10	0.9470	0.09470		
Total	14	10.6575			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.307729	91.11%	87.56%	80.01%

Medias

Muestras	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	16.726	0.439	(16.330; 17.122)
M2	3	16.7900	0.1658	(16.3941; 17.1859)
M3	3	18.5653	0.1228	(18.1695; 18.9612)
M4	3	16.395	0.486	(15.999; 16.791)
M5	3	16.4497	0.0473	(16.0538; 16.8455)

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestras	N	Media	Agrupación
M3	3	18.5653	A
M2	3	16.7900	B
M1	3	16.726	B
M5	3	16.4497	B
M4	3	16.395	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 47

Datos de los compuestos fenólicos en pures y helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla)

Análisis de varianza en los compuestos fenólicos de pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	86.826	21.7066	134.76	0.000
Error	10	1.611	0.1611		
Total	14	88.437			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.401339	98.18%	97.45%	95.90%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PM1	3	6.7433	0.1518	(6.2270; 7.2596)
PM2	3	13.303	0.794	(12.787; 13.820)
PM3	3	9.383	0.280	(8.867; 9.900)
PM4	3	8.873	0.176	(8.357; 9.390)
PM5	3	6.727	0.206	(6.210; 7.243)

Desv.Est. agrupada = 0.401339

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación
PM2	3	13.303	A
PM3	3	9.383	B
PM4	3	8.873	B
PM1	3	6.7433	C
PM5	3	6.727	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza en compuestos fenólicos en Helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	87677.0	21919.3	2502.25	0.000
Error	10	87.6	8.8		
Total	14	87764.6			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
2.95970	99.90%	99.86%	99.78%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	197.45	6.60	(193.65; 201.26)
M2	3	12.883	0.271	(9.076; 16.691)
M3	3	7.783	0.407	(3.976; 11.591)
M4	3	3.0367	0.0551	(-0.7707; 6.8441)
M5	3	2.4967	0.0503	(-1.3107; 6.3041)

Desv.Est. agrupada = 2.95970

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación
M1	3	197.45	A
M2	3	12.883	B
M3	3	7.783	B C
M4	3	3.0367	C
M5	3	2.4967	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 48

Datos de la capacidad antioxidante en pures y helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla)

Análisis de varianza en la capacidad antioxidante de pure

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	8356060	2089015	586.69	0.000
Error	10	35607	3561		
Total	14	8391667			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
59.6714	99.58%	99.41%	99.05%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
PM1	3	2133.3	34.9	(2056.5; 2210.0)
PM2	3	974.4	22.7	(897.7; 1051.2)
PM3	3	244.79	12.14	(168.03; 321.56)
PM4	3	311.7	37.1	(234.9; 388.4)
PM5	3	137.8	120.6	(61.1; 214.6)

Desv.Est. agrupada = 59.6714

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación
PM1	3	2133.3	A
PM2	3	974.4	B
PM4	3	311.7	C
PM3	3	244.79	C D
PM5	3	137.8	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza en la capacidad antioxidante en helado

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	34723	8680.7	13.88	0.000
Error	10	6252	625.2		
Total	14	40975			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
25.0044	84.74%	78.64%	65.67%

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
M1	3	234.4	54.0	(202.3; 266.6)
M2	3	186.56	6.41	(154.39; 218.72)
M3	3	114.67	4.58	(82.51; 146.84)
M4	3	131.75	12.14	(99.59; 163.92)
M5	3	109.12	2.35	(76.96; 141.29)

Desv.Est. agrupada = 25.0044

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación		
M1	3	234.4	A		
M2	3	186.56	A	B	
M4	3	131.75		B	C
M3	3	114.67			C
M5	3	109.12			C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura 49

Datos de la evaluación sensorial en helados a base de tubérculos andinos (mashua negra, mashua amarilla, oca, maca negra, maca amarilla)

Análisis de varianza en color de helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	16.90	4.226	3.98	0.004
Error	445	472.82	1.063		
Total	449	489.72			

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	90	4.0111	0.8931	(3.7976; 4.2247)
T2	90	3.778	1.068	(3.564; 3.991)
T3	90	4.133	1.062	(3.920; 4.347)
T4	90	3.711	1.063	(3.498; 3.925)
T5	90	3.611	1.057	(3.398; 3.825)

Desv.Est. agrupada = 1.03079

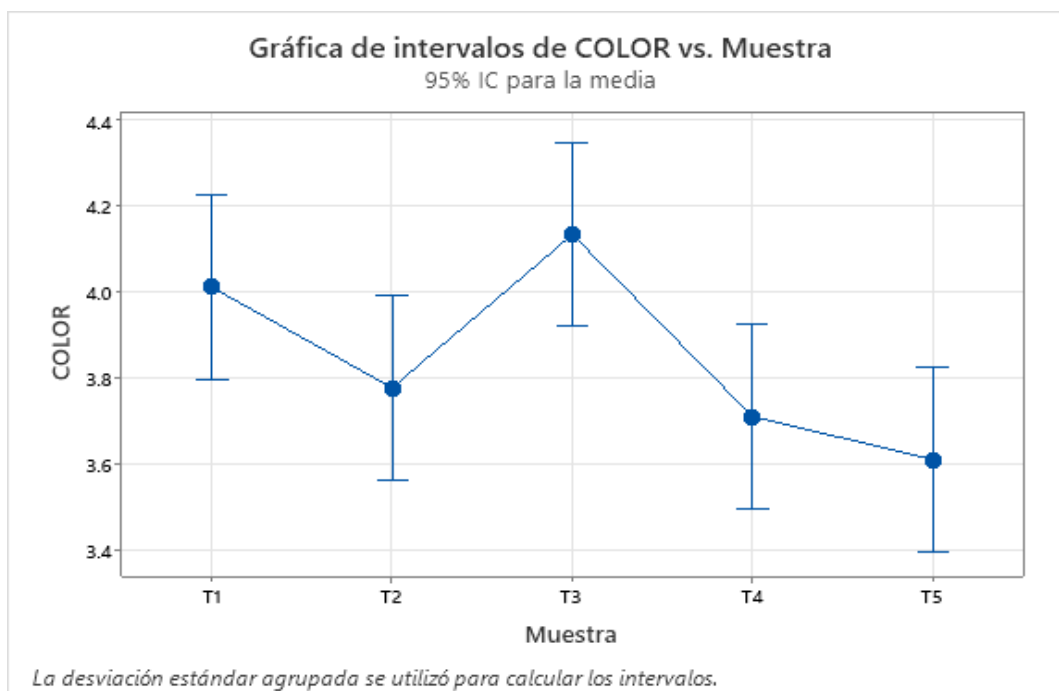
Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación	
T3	90	4.133	A	
T1	90	4.0111	A	B
T2	90	3.778	A	B
T4	90	3.711		B
T5	90	3.611		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura: 45

Gráfica de intervalo de color



Análisis de varianza de textura en helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	9.231	2.308	2.25	0.062
Error	445	455.667	1.024		
Total	449	464.898			

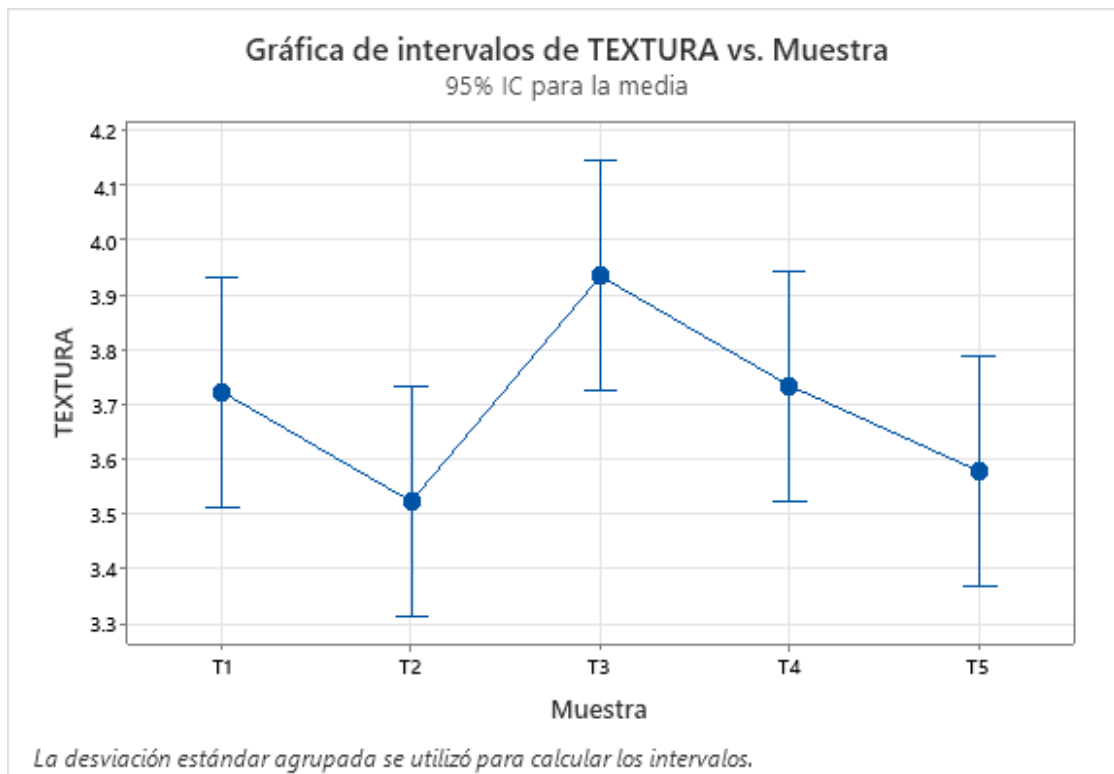
Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	90	3.722	0.948	(3.513; 3.932)
T2	90	3.522	0.974	(3.313; 3.732)
T3	90	3.933	1.003	(3.724; 4.143)
T4	90	3.733	1.068	(3.524; 3.943)
T5	90	3.578	1.060	(3.368; 3.787)

Desv.Est. agrupada = 1.01191

Figura: 46

Grafica de intervalos de textura



Análisis de varianza en sabor de helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	20.39	5.097	3.92	0.004
Error	445	579.01	1.301		
Total	449	599.40			

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	90	3.622	1.066	(3.386; 3.859)
T2	90	3.367	1.240	(3.130; 3.603)
T3	90	4.022	1.027	(3.786; 4.259)
T4	90	3.633	1.136	(3.397; 3.870)
T5	90	3.567	1.218	(3.330; 3.803)

Desv.Est. agrupada = 1.14068

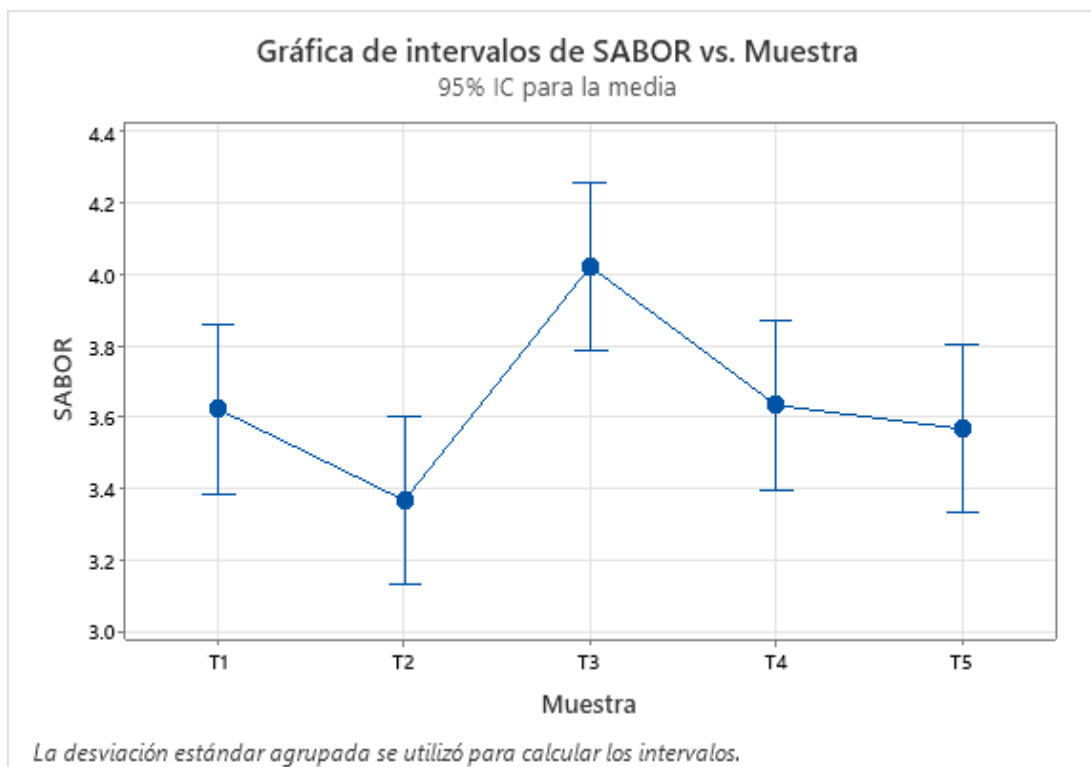
Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación	
T3	90	4.022	A	
T4	90	3.633	A	B
T1	90	3.622	A	B
T5	90	3.567	A	B
T2	90	3.367		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura: 47

Grafica de intervalos de sabor



Análisis de varianza de aceptabilidad general en helados

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	4	13.18	3.2944	3.38	0.010
Error	445	433.93	0.9751		
Total	449	447.11			

Medias

Muestra	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1	90	3.8333	0.8107	(3.6288; 4.0379)
T2	90	3.578	0.983	(3.373; 3.782)
T3	90	4.044	1.038	(3.840; 4.249)
T4	90	3.722	1.039	(3.518; 3.927)
T5	90	3.600	1.047	(3.395; 3.805)

Desv.Est. agrupada = 0.987487

Comparaciones en parejas de Tukey: Parámetros

Muestra	N	Media	Agrupación	
T3	90	4.044	A	
T1	90	3.8333	A	B
T4	90	3.722	A	B
T5	90	3.600		B
T2	90	3.578		B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Figura: 48

Grafica de intervalos de aceptabilidad general

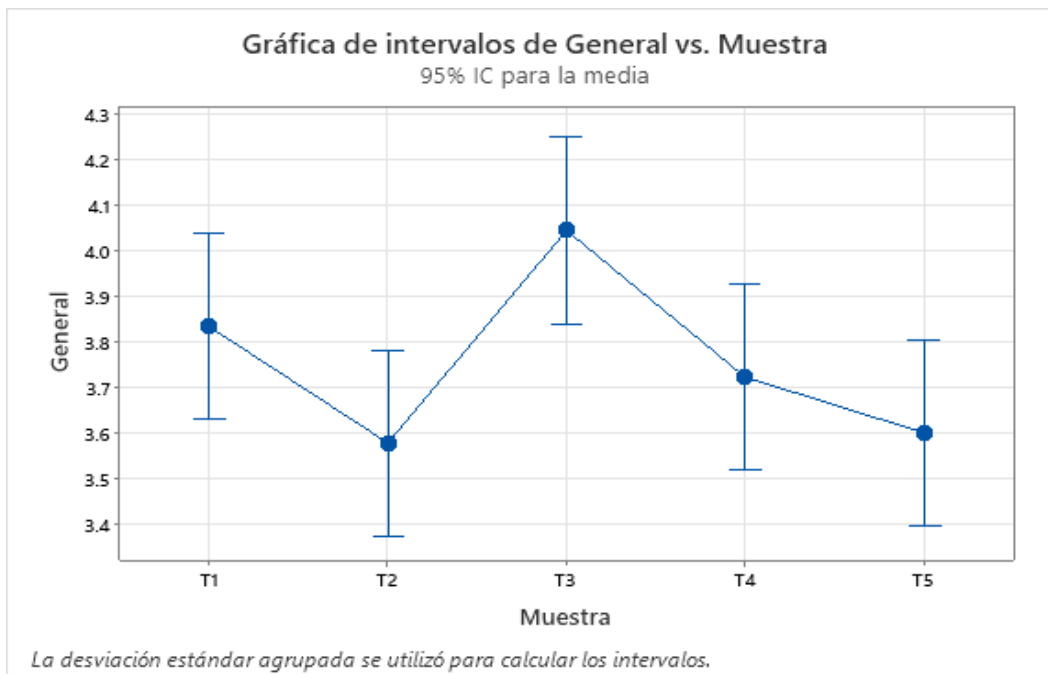


Figura 49

Evaluación de percepciones mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis

Media general				
Formulación	Color	Textura	Sabor	Aceptabilidad
Oca (T3)	0.001 ± 4.133	0.034 ± 3.933	0.004 ± 4.022	0.036 ± 4.089

Cada equivalente representa el promedio de 90 panelistas.