

Formulación y preparación de helados bajos en azúcar, grasa y sin lactosa usando como materia prima maracuyá, mango y zanahoria, con buenas características sensoriales, nutricionales y funcionales

Formulation and preparation of low-sugar, low-fat, lactose-free ice creams using passion fruit, mango, and carrot as raw materials, with good sensory, nutritional, and functional characteristics.

Alberto Luis Huamani Huamani¹

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho

<https://orcid.org/0000-0001-7076-0265>

Alberto.huamani@unsch.edu.pe

Instituto de Investigación de la UNSCH Área: Gestión e Ingeniería de los alimentos Línea de investigación: Ciencias de la ingeniería, tecnología e innovación tecnológica en alimentos

Resumen

En esta investigación se formularon y elaboraron helados bajos en azúcar, grasa y sin lactosa, utilizando como materias primas maracuyá, mango y zanahoria, con el objetivo de obtener un producto con buenas características sensoriales, nutricionales y funcionales. Se aplicó la metodología de programación lineal para desarrollar tres formulaciones, que contenían un 30 %, 40 % y 50 % de una mezcla compuesta por pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria, respectivamente. Los resultados mostraron que el aumento en la proporción de esta mezcla favoreció una mayor concentración de compuestos fenólicos, lo que incrementó la capacidad antioxidante del helado. Estos hallazgos son relevantes, ya que evidencian el potencial de utilizar mezclas naturales de frutas y vegetales para elaborar productos funcionales, saludables y libres de aditivos artificiales.

Palabras claves: Helado funcional, Frutas y vegetales, Antioxidantes naturales

Abstract

In this research, low-sugar, low-fat, and lactose-free ice creams were formulated and produced using passion fruit, mango, and carrot as raw materials, with the aim of obtaining a product with good sensory, nutritional, and functional characteristics. Linear programming methodology was applied to develop three formulations containing 30%, 40%, and 50% of a mixture composed of mango pulp, passion fruit juice, and carrot juice, respectively. The results showed that increasing the proportion of this mixture favored a higher concentration of phenolic compounds, which increased the antioxidant capacity of the ice cream. These findings are relevant, as they demonstrate the potential of using natural fruit and vegetable mixtures to make functional, healthy products free of artificial additives.

Keywords: Functional ice cream, Fruits and vegetables, Natural antioxidants

¹ **Área:** Gestión e Ingeniería de los alimentos Línea de investigación: Ciencias de la ingeniería, tecnología e innovación tecnológica en alimentos.

I. Introducción

El helado es una emulsión aireada y solidificada de aceite en agua, que constituye un producto de cuatro fases (fase gaseosa, fase acuosa, fase oleosa y fase sólida), y se describe una estructura esquemática del helado (Yeboah et al., 2022). Es un sólido viscoelástico blando, que requiere un estricto proceso de formulación y fabricación para mantener su estabilidad y garantizar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Las burbujas de aire dentro de la masa se estabilizan por los glóbulos de grasa que las rodean, lo que permite que la mezcla sea ligera y tenga una alta viscosidad. La matriz acuosa representa la parte más importante del helado, ya que contiene agua, edulcorantes, agentes saborizantes y colorantes, emulsionantes y estabilizantes. Parte del agua está en forma de cristales de hielo cuyo número, forma y tamaño afectan significativamente la viscosidad, elasticidad y sensación en boca del helado, entre otras propiedades (Yeboah et al., 2022). La composición de las fases líquida y sólida afecta significativamente la estructura del helado y, por lo tanto, debe controlarse cuidadosamente (Boutonnier, 2018). Es importante destacar que las propiedades del helado también dependen de las condiciones del proceso de fabricación.

La formulación de helados a base de vegetales y frutas, combinados o no con leche, es una práctica cada vez más relevante debido a sus beneficios nutricionales y su contribución a la sostenibilidad. La incorporación de frutas y vegetales en la elaboración de helados permite ofrecer una alternativa más saludable y natural, ya que estos ingredientes son fuentes ricas en vitaminas, minerales y fibra.

Cuando se utiliza leche en la formulación, se enriquece el producto con proteínas de alta calidad, calcio y otros nutrientes esenciales, logrando así un equilibrio nutricional que favorece la salud. Además, los helados elaborados con ingredientes naturales presentan un sabor más auténtico y fresco, lo que resulta atractivo para consumidores que buscan opciones alimenticias más saludables. Esta combinación también permite reducir el

uso de aditivos y colorantes artificiales, lo que mejora la calidad sensorial y nutricional del producto final.

Los fitoquímicos presentes en frutas y vegetales son compuestos naturales que pueden clasificarse como metabolitos primarios o secundarios. Los metabolitos primarios, como los ácidos nucleicos, carbohidratos, ácidos grasos y proteínas, son esenciales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas.

Entre los ingredientes destacados, el mango (*Mangifera indica*) es ampliamente consumido a nivel mundial y contiene diversas sustancias bioactivas como polifenoles, carotenoides, vitaminas y minerales (Rahman et al., 2025). Las pulpas de *Passiflora*, como el maracuyá, son especialmente ricas en ácidos fenólicos y polifenoles (Pereira et al., 2023). Tanto el pericarpio como la parte comestible del maracuyá contienen compuestos bioactivos con propiedades antihipertensivas y vasodilatadoras (Xin et al., 2021).

Por su parte, la zanahoria (*Daucus carota* var. *sativus*), originaria de la región mediterránea y perteneciente a la familia Apiaceae, aporta una cantidad significativa de carotenoides (α y β -caroteno), vitaminas A, B6 y C, minerales como calcio y potasio, además de fibra dietética (Vanitha et al., 2020). El β -caroteno, precursor de la vitamina A presente en la zanahoria, ha demostrado tener propiedades anticancerígenas (Neelavati et al., 2013).

Dada la riqueza nutricional y las propiedades bioactivas de estos ingredientes, así como la posibilidad de emplear colorantes naturales y compuestos fenólicos, se propone el desarrollo de un helado con características funcionales y nutricionales. Este producto se elaboró a base de maracuyá, pulpa de mango y extracto de zanahoria, sin utilizar ingredientes lácteos, grasas añadidas y con una cantidad mínima de azúcar. El objetivo fue obtener un helado que conserve características sensoriales y tecnológicas similares a las de un helado convencional, contribuyendo al mismo tiempo a una alimentación más saludable. Cabe destacar que existen pocas

investigaciones enfocadas en esta línea, lo que resalta la relevancia de este estudio.

II. Materiales y métodos

2.1 Materia prima

Los ingredientes como zanahoria, maracuyá y mango, crema de leche, azúcar se compraron en el mercado local.

2.2 Metodología de formulación con programación lineal

Se recopiló los valores de microcomponentes de la zanahoria, maracuyá y mango. Se formularon modelos de programación lineal para minimizar el costo de formulación y maximizar los micronutrientes (proteínas, grasas, vitaminas A, zinc, hierro, magnesio y calcio).

El costo mínimo de formulación y la maximización de los componentes del helado se determinaron mediante programación lineal. Con respecto a una hipótesis específica de proporcionalidad, no negatividad y aditividad, la teoría de la programación lineal se ocupa de los procedimientos científicos para llegar al mejor diseño dada la tecnología, las especificaciones necesarias y el objetivo establecido. También utiliza esta teoría para describir las relaciones entre los componentes de un sistema (Keats et al., 2018).

En la práctica, la programación lineal minimiza o maximiza una función lineal (función objetivo) bajo un conjunto de restricciones (limitaciones). A efectos del problema del helado, la función objetivo fue el costo mínimo de formulación sujeto a las restricciones, que son la cantidad de componentes del helado (Aravindhakshan et al., 2014).

2.2.1 Formulación del modelo matemático

Teniendo en cuenta las necesidades nutricionales para el helado, abordaremos los componentes del helado como un problema de programación lineal para minimizar el costo de formulación. Se deben tener en cuenta la composición química del helado.

Las cantidades de la composición

química del helado. fueron las restricciones para el modelo formulado. Los límites inferior y superior de todos los nutrientes se establecieron en función a las normas y definiciones teóricas. Estas restricciones, junto con el costo mínimo y la composición nutricional, se introdujeron en el modelo de optimización formulado. Una vez ejecutado el modelo, la cantidad seleccionada de cada alimento insumo con composición se consideró como modelo de muestra. La cantidad seleccionada de cada insumo, una vez mezclada, producirá el helado requerido.

2.2.2 Variables de decisión

Las variables de decisión en el modelo son la cantidad en kg del alimento usado como insumo i . En esta formulación matemática, las variables de decisión son X_i , donde $i=1,2,3,...,I$.

2.2.3 Parámetros

Los parámetros son los valores o la información predefinidos que el modelo necesita para calcular las variables de decisión. Estos parámetros son:

C_i : Costo en soles del tipo de alimento usado como insumo i .

A_{ij} : Cantidad aproximada del nutriente j en 100 gramos del tipo de alimento usado como insumo i .

L_j : Micronutriente mínima permitido j del tipo de alimento usado como insumo i

U_j : Micronutriente máximo permitido j del tipo de alimento usado como insumo i

I : Número total de alimentos utilizados como insumos

J : Número total de nutrientes utilizados en el alimento como insumo

2.2.4 Función objetivo

El objetivo de este estudio es minimizar el costo de formulación del helado, al tiempo que se mejoran los macronutrientes y micronutrientes para satisfacer las necesidades de las normas o tipo de helado. Por consiguiente, el siguiente es el modelo de optimización lineal para este estudio:

$$\text{Minimizar } z = \sum_{i=0}^J C_i X_i \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=0}^J A_{ij} X_i \geq L_j \quad j = 1, 23, \dots, J \quad (2)$$

$$\sum_{i=0}^J A_{ij} X_i \geq U_j \quad j = 1, 23, \dots, J \quad (3)$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, 23, \dots, I \quad (4)$$

Donde z es el costo de formulación que se debe minimizar. La suma de la ecuación (1) es el costo total de formulación del helado que se debe minimizar. La ecuación (2) es la restricción que garantiza que la suma de nutrientes en el tipo de alimento sea superior o igual al límite inferior de los macronutrientes del helado. La ecuación (3) es una restricción de límite superior, que garantiza que la suma de nutrientes en el tipo de alimento no supere los límites superiores del helado, mientras que la ecuación (4) es una restricción de no negatividad, que garantiza que los valores de la variable de decisión sean cero o positivos.

Tabla

Formulaciones de los helados.

Formulaciones	Porcentaje/ 100
Formulación 1	30% de mezcla de fruta
Formulación 2	40% de mezcla de fruta
Formulación 3	50% de mezcla de fruta

2.3 Evaluación sensorial

Se utilizó el método descrito por (Iwe, 2007). Las propiedades organolépticas de las bebidas funcionales fueron evaluadas por 25 panelistas seleccionados al azar entre los estudiantes del último año de estudios de Ingeniería en Industrias Alimentarias de Universidad de nacional de San Cristóbal de huamanga. Las muestras se presentaron codificadas en vasos de vidrio idénticos en una cabina bien iluminada a cada panelista. También se sirvió agua portátil para enjuague bucal después de cada degustación para evitar interferencias con el sabor de las muestras en curso. Antes de la evaluación, los panelistas no capacitados

recibieron instrucciones de calificar las muestras según la apariencia, la sensación en la boca, el sabor, el aroma y la aceptabilidad general de acuerdo con una escala hedónica de 9 puntos. El grado de semejanza se expresó como me gusta muchísimo (9), ni me gusta ni me disgusta (5) y me disgusta muchísimo (1).

2.4 Compuestos bioactivos en el helado

2.4.1 Preparación de la muestra

Se homogeneizaron 20 g de muestras de queso en una licuadora con 20 ml de agua durante 2 minutos. Las muestras homogeneizadas se centrifugaron dos veces a $10\,000 \times g$ durante 10 minutos y se recogió el sobrenadante. Seguidamente filtrado (Apostolidis et al., 2007).

2.4.2 Ensayo de fenoles totales

Técnica aplicada por Apostolidis et al. (2007), el contenido fenólico total se determinó mediante un ensayo modificado de Shetty et al. (1995). Se transfirió 1 ml de extracto homogeneizado en agua a un tubo de ensayo y se mezcló con 1 ml de etanol al 95 % y 5 ml de agua destilada. A cada muestra se le añadió 0,5 ml de reactivo Folin-Ciocalteu al 50 % (v/v) y se mezcló. Después de 5 minutos, se añadió 1 ml de Na_2CO_3 al 5 % a la mezcla de reacción y se dejó reposar durante 60 minutos. La absorbancia se leyó a 725 nm. Los valores de absorbancia se convirtieron en fenoles totales y se expresaron en microgramos equivalentes de ácido gálico por gramo (g) de muestra. Se establecieron curvas estándar utilizando diversas concentraciones de ácido gálico en agua.

2.4.3 Flavonoides totales

El contenido total de flavonoides del extracto se midió utilizando el método calorimétrico con cloruro de aluminio y quercetina (QE) como patrón (5 a 250 $\mu\text{g/mL}$). El extracto se mezcló con 0,5 mL de cloruro de aluminio (10 %) y 0,5 mL de acetato de potasio (1 M). Tras incubar la mezcla en la oscuridad durante 30 minutos a temperatura ambiente, se registró su absorbancia a 510 nm con un espectrofotómetro. El contenido total de flavonoides del extracto se expresó en mg

de QE por cada 100 g de extracto (Shi et al., 2022; Syed Salleh et al., 2021).

2.5 Actividad antioxidante FRAP, DPPH, ABTS

2.5.1 Método DPPH

La actividad antioxidante de los extractos de péptidos del queso se determinó mediante un método modificado por Apostolidis et al. (2007). A 3 ml de DPPH 60 μ M en etanol, se añadieron 250 μ L de cada extracto homogeneizado en agua, y se monitorizó la disminución de la absorbancia a 517 nm hasta obtener una lectura constante. Las lecturas se compararon con los controles, que contenían 250 μ L de agua en lugar del extracto. El porcentaje de inhibición se calculó mediante:

$$AA(\phi) = \frac{A_{control} - A_{extracto}}{control}$$

2.5.3 Método FRAP

El ensayo de capacidad antioxidante de los helados se evaluó mediante el poder antioxidante reductor férrico (FRAP) (da Silva et al., 2024). El reactivo FRAP es una solución compuesta por 25 mL de tampón de acetato 0,3 mM (pH 3,6), 2,5 mL de 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) 10 mM disuelto en ácido clorhídrico 40 mM y 2,5 mL de cloruro de hierro (III) 20 mM. Se añadieron alícuotas de solución FRAP (270 μ L) y cada compuesto diluido en metanol al 100 % (30 μ L) a una microplaca. La absorbancia se midió a 595 nm en un lector de microplacas después de la incubación (30 min/20 °C). Se utilizó Trolox (0–300 mmol) para crear la curva de calibración. El potencial antioxidante reductor férrico se expresó como mmol equivalente de Trolox por cada mmol del compuesto analizado.

2.5.4 Método ABTS

Metodología usada por Donoso-Bustamante et al. (2025), donde a una solución madre del radical ABTS (ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6 sulfónico)), generado por oxidación con persulfato de potasio, se

preparó a 7.00 mM 16 h antes del análisis, y la solución de trabajo se preparó diluyendo la solución madre a $0,70 \pm 0,02$ nm a una absorbancia de 734 nm. Los compuestos helados se disolvieron en metanol, luego se pipetearon 3 μ L de extractos de helados o Trolox y se mezclaron con 300 μ L de la solución ABTS. La absorbancia se determinó a 734 nm después de 6 min utilizando un lector de microplacas. Se realizó una curva de calibración con Trolox (0–1 mmolequivalentes de Trolox). El potencial antioxidante se expresó como mmol equivalente de Trolox por cada mmol del compuesto probado (de Camargo et al., 2012).

2.6 Análisis estadístico

Todos los experimentos se replicaron tres veces. Se utilizaron la media y la desviación estándar para expresar los datos.

Para hacer el análisis estadístico de los resultados que corresponden a los parámetros fisicoquímicos, funcionales tecnológicos y texturales se realizó una ANOVA, con el programa SPSS® v18, con nivel de significancia del 95 % y con pruebas comparativas, como la prueba de Tukey. Además, para elaborar las gráficas (dispersión, torta, barras, telaraña) y las tablas se utilizó el programa Excel. Específicamente, para hacer las gráficas de contorno se usó el programa Minitab 18, y para las pruebas sensoriales se emplearon estadísticas no paramétricas, como las pruebas de Friedman y Wilcoxon, en el software especializado SPSS® v18.

III. Resultados y discusión

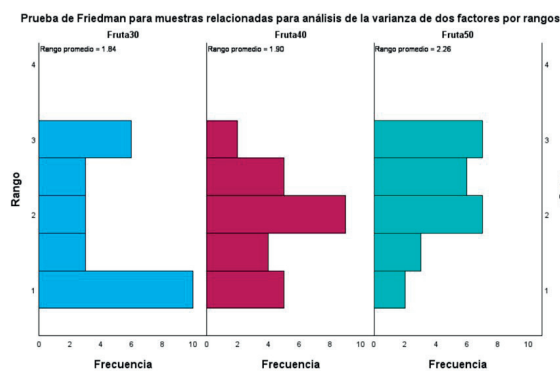
3.1 Evaluación sensorial

3.1.1 Para el atributo de apariencia

En la Figura 1 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial apariencia, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 50 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

Figura 1

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo de apariencia de los helados.



En la Tabla 2 se muestra los estadísticos de Friedman para el atributo apariencia del helado formulado con adición de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria. El estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 3,395, con un valor de significancia (p) de 0,183. Dado que este valor es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en la apariencia de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Tabla 2

Test de Friedman para muestras relacionadas para ANVA de dos factores por rangos.

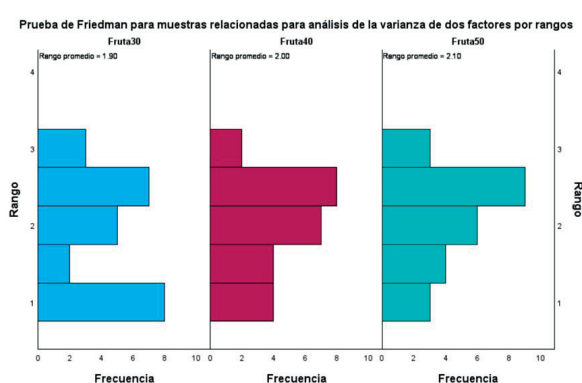
Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	3,395
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,183

3.1.2 Para atributo de cremosidad

En la Figura 2 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial cremosidad, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 30 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

Figura 2

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo de cremosidad de los helados.



En la Tabla 3, el estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 0,794, con un valor de significancia (p) de 0,672. Dado que este valor es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en la cremosidad de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Tabla 3

Prueba de Friedman para muestras relacionadas para ANVA de dos factores por rangos.

Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	0,794
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,672

Para el atributo de color

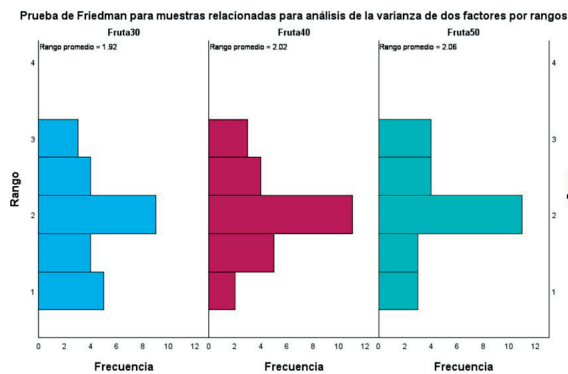
En la Figura 3 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial color, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 30 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

En la Tabla 4, el estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 0,5, con un valor de significancia (p) de 0,779.

Dado que este valor es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en el color de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Figura 3

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo de color de los helados.

**Tabla 4**

Test de Friedman para muestras relacionadas para ANVA de dos factores por rangos.

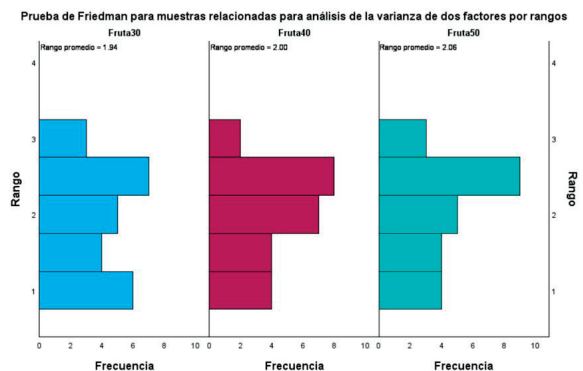
Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	0,5
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,779

3.1.3 Para el atributo de aroma

En la Figura 4 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial AROMA, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 30 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

Figura 4

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo de aroma de los helados.



En la Tabla 5, el estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 0,290, con un valor de significancia (p) de 0,865. Dado que este valor es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en el aroma de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Tabla 5

Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos.

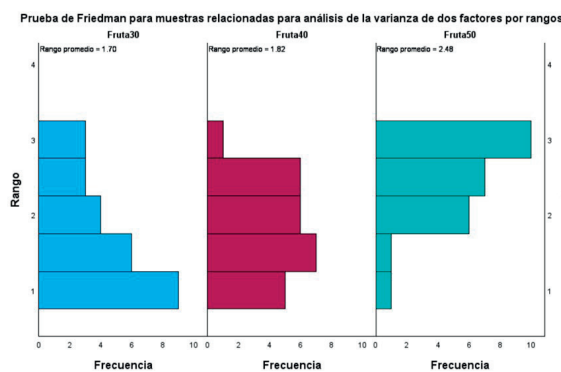
Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	0,290
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,865

3.1.4 Para el atributo de sabor

En la Figura 5 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial SABOR, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 30 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

Figura 5

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo de sabor de los helados.



En la Tabla 6, el estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 12,082, con un valor de significancia (p) de 0,002. Dado que este valor es menor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), se rechaza la hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que existen diferencias significativas en el sabor de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Tabla 6

Prueba de Friedman y análisis de la varianza para el sabor.

Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	12,082
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,002

En la Tabla 7 de comparación de pares. En la primera columna: el valor de significancia (0,232) es mayor a 0,05, por lo tanto, decimos que no hay diferencia significativa en los promedios de los resultados emitidos por los panelistas, sobre el atributo sabor entre los helados con 40% de fruta y los helados con 30% de fruta. En la segunda columna: el valor de significancia (0,004) es menor a 0,05, por lo tanto, decimos que hay diferencia significativa en los promedios de los resultados emitidos por los panelistas, sobre el atributo sabor entre los helados con 50% de fruta y los helados con 30% de fruta. En la tercera columna: el valor de significancia (0,007) es

igual a 0,05, por lo tanto, decimos que hay diferencia significativa en los promedios de los resultados emitidos por los panelistas, sobre el atributo sabor entre los helados con 50% de fruta y los helados con 40% de fruta.

Tabla 7

Estadístico de prueba^a de comparación de pares para el atributo sabor según test de Friedman.

	Fruta40- Fruta30	Fruta50- Fruta30	Fruta50- Fruta40
z	-1,196 ^b	-2,899 ^b	-2,714 ^b
Sig. asin. (bilateral)	0,232	0,004	0,007

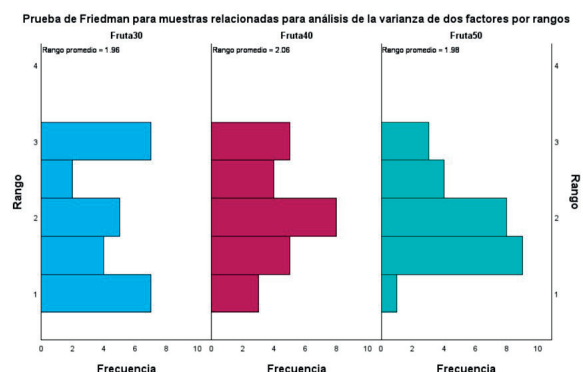
- a. Prueba de rangos con signo Wilcoxon
- b. Se basa en rangos negativos

3.1.5 Para el atributo de dulzor

En la Figura 6 se observa que el mejor tratamiento para el atributo sensorial DULZOR, según el análisis de rangos por Friedman, es la formulación 3 que corresponde a una formulación con 30 % de adición pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria a la mezcla de helado.

Figura 6

Rango de análisis de Test de Friedman para el atributo dulzor de los helados.



En la Tabla 8, el estadístico de prueba obtenido en el test de Friedman fue de 0,212, con un valor de significancia (p) de 0,899. Dado que este valor es mayor al nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), no se rechaza la

hipótesis nula. Por lo tanto, se concluye que no existen diferencias significativas en el dulzor de los helados con diferentes porcentajes de fruta.

Tabla 8

Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos.

Estadísticos	Valores
N total	25
Estadístico de prueba	0,212
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,899

En general, el color naranja del helado, característico de la mezcla de zanahoria, mango y maracuyá, fue bien aceptado y obtuvo una calificación positiva por parte de los consumidores. En cuanto al aroma, se evidenció también una buena aceptación, destacándose el olor a maracuyá y zanahoria, el cual predominó sobre los demás componentes de la formulación, como la leche, la crema de leche y la leche en polvo. Respecto al sabor, los consumidores lo calificaron como muy agradable, la formulación con 50 % de fruta fue la que diferencio con el puntaje mayor según la prueba de comparación de pares, mencionando que podían identificar claramente el sabor natural de las frutas utilizadas, lo cual era uno de los objetivos

principales de esta investigación, dado que estas frutas constituyen los ingredientes característicos del producto. En términos funcionales, el uso de concentraciones crecientes de la mezcla de pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria en la formulación del helado favoreció un incremento en los niveles de compuestos fenólicos y, en consecuencia, en el potencial antioxidante del producto. Los valores obtenidos en este estudio son significativos y sugieren que la incorporación de mezclas naturales de frutas y vegetales en productos como el helado representa una alternativa interesante y saludable.

4.1 Fenoles totales y actividad antioxidante

4.1.1 Contenido total de fenoles y flavonoides

Los valores de los compuestos fenólicos y flavonoides se presentan en la Tabla 9. Como se puede observar en las tres formulaciones preparadas, la formulación 3 posee valores de $106,39 \pm 7,70$ mg GAE/g de muestra, y esta misma formulación 3 posee un valor de flavonoides de $85,89 \pm 6,40$ mg QE/g de muestra, la formulación que tiene la menor cantidad de mezcla de pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria presenta un valor de fenoles totales de $52,88 \pm 3,72$ mg GAE/g de muestra y un valor de flavonoides de $34,22 \pm 1,69$ mg GAE/g de muestra.

Tabla 9

Contenido de fenoles totales en muestras de helados

Muestras	Fenoles totales (mg GAE/g de muestra)	Flavonoides (mg QE/g de muestra)
Fruta 30 %	$52,88 \pm 3,72$	$34,22 \pm 1,69$
Fruta 40 %	$69,21 \pm 4,10$	$48,85 \pm 4,20$
Fruta 50 %	$106,39 \pm 7,70$	$85,89 \pm 6,40$

Los compuestos fenólicos de origen vegetal tienen una gran actividad antioxidante debido a su capacidad para absorber y neutralizar los radicales libres, extinguir el oxígeno singlete y triplete y degradar los peróxidos debido a sus

características redox (Djeridane et al., 2006). Con base en los resultados de la Tabla 2 el contenido fenólico total en las formulaciones. El valor más alto de compuestos fenólicos se observó en la formulación 3 ($106,39 \pm$

7,70 mg GAE/g de helado) que posee mayor cantidad de mezcla de pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria y el más bajo en la formulación 1 ($52,88 \pm 3,72$ mgGAE/g de helado).

4.2.1 Actividad Antioxidante

Los helados elaborados con la mayor cantidad de mezcla de pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria presentan las mayores cantidades de compuestos fenólicos y flavonoides y por tanto, tenían el mejor potencial de actividad antioxidante.

Tabla 10

Actividad antioxidante de los helados formulados con pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria

Muestras	Ensayos		
	DPPH (μ moles ET/g de muestra)	ABTS (μ moles ET/g de muestra)	FRAP (μ moles ET/g de muestra)
Fruta 30 %	$56,66 \pm 0,55$	$5,76 \pm 1,67$	$120,61 \pm 2,80$
Fruta 40 %	$57,94 \pm 0,19$	$21,00 \pm 2,67$	$121,41 \pm 3,42$
Fruta 50 %	$58,30 \pm 0,47$	$35,52 \pm 2,33$	$130,75 \pm 6,13$

Pangastuti et al. (2024), concluye que la adición de ácido fenólico a las mezclas de helado genera complejos proteína-ácido fenólico, que impulsan la agregación de grasa mediada por proteínas y, por lo tanto, modifican la viscosidad de la mezcla, lo que resulta en un helado con una menor tasa de fusión. Se ha podido entender cómo los componentes de las frutas mejoran las características sensoriales y funcionales de un helado formulado con pulpas y extractos de vegetales.

Los antioxidantes protegen la salud humana contrarrestando el estrés oxidativo, que puede causar enfermedades crónicas como cáncer, enfermedades cardiovasculares y trastornos neurológicos (Parcheta et al., 2021). Estas sustancias químicas neutralizan los radicales libres, protegiendo las células y promoviendo la salud en general.

IV. Conclusiones

El uso de concentraciones crecientes de mezcla de pulpa de mango, jugo de maracuyá y zumo de zanahoria en la formulación del helado promovió un aumento de los índices de compuestos fenólicos y, consecuentemente,

del potencial de capacidad antioxidante. Los valores encontrados en el presente trabajo son significativos y representan una alternativa interesante para el uso de mezcla de pulpas, jugos y zumos de frutas y vegetales, que es completamente natural.

V. Agradecimiento

Agradecer al Instituto de Investigación de la Universidad Nacional de san Cristóbal de huamanga por el apoyo en el desarrollo del trabajo.

VI. Contribuciones de los autores

Recopilación de datos y desarrollo del trabajo de investigación.

VII. Referencias

Apostolidis, E., Kwon, Y. I., & Shetty, K. (2007). Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 46–54. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2006.06.001>

- Aravindhakshan, R., Snigdha Parvathy Mohan, R. A., Snigdha Parvathy Mohan, P., & Tutor, M. (2014). *Optimized diet design using linear programming* *Optimized diet design using linear programming TECHNICAL REPORT*. <https://www.researchgate.net/publication/260799086>
- Boutonnier, J.-L. (2018). Crème glacée, glace et sorbet - Aspects physico-chimiques. Ref: TIP700WEB - "Agroalimentaire." <https://doi.org/10.51257/A-V2-F8010>
- da Silva, M. de A. S., Bridi, R., Arias-Santé, M. F., Rincón-Cervera, M. A., Meisel, L. A., Rhein, S., Porras, O., Márquez Calvo, K., Carrasco, B., & de Camargo, A. C. (2024). Soluble and insoluble-bound phenolic bioactive compounds of Tortola bean leaf and their antioxidant properties in chemical-based assays and Caco-2 cells. *Food Bioscience*, 57. <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2024.103616>
- de Camargo, A. C., de Souza Vieira, T. M. F., Regitano-D'Arce, M. A. B., Calori-Domingues, M. A., & Canniatti-Brazaca, S. G. (2012). Gamma radiation effects on peanut skin antioxidants. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(3), 3073–3084. <https://doi.org/10.3390/IJMS13033073>
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., & Vidal, N. (2006). Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97(4), 654–660. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.04.028>
- Donoso-Bustamante, V., Osorio, E., Arias-Santé, M. F., De Camargo, A. C., Rincón-Cervera, M. Á., Amalraj, J., Carrasco, B., Palomo, I., & Araya-Maturana, R. (2025). Antioxidant activity of sinapic acid anilides: DPPH, ABTS, FRAP, electrochemical and theoretical analysis. *LWT*, 222, 117656. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2025.117656>
- Keats, E. C., Rappaport, A. I., Shah, S., Oh, C., Jain, R., & Bhutta, Z. A. (2018). The dietary intake and practices of adolescent girls in low-and middle-income countries: A systematic review. *Nutrients*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/NU10121978>
- Neelavati, R., Pal, R., Sen, S., & Kumar, P. (2013). *Effect of blanching on the quality of dehydrated cauliflower* (Vol. 70, Issue 2).
- Pangastuti, H. A., Wattanachaisaerekul, S., & Pinsirodom, P. (2024). Effect of protein-phenolic acid complexes on ice cream structure and meltdown behavior. *LWT*, 213, 117065. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2024.117065>
- Parcheta, M., Świsłocka, R., Orzechowska, S., Akimowicz, M., Choinśka, R., & Lewandowski, W. (2021). Recent Developments in Effective Antioxidants: The Structure and Antioxidant Properties. *Materials 2021, Vol. 14, Page 1984*, 14(8), 1984. <https://doi.org/10.3390/MA14081984>
- Pereira, Z. C., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Sanches, E. A., Campelo, P. H., & Bezerra, J. de A. (2023). Passion fruit (*Passiflora* spp.) pulp: A review on bioactive properties, health benefits and technological potential. *Food Research International*, 166, 112626. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112626>
- Rahman, A. M. A., Bakar, A. R. A., Yee, A. Q., Zainudin, M. A. M., Daud, N. M. A. N., Gunny, A. A. N., Sarip, M. S. M., Peron, R. V., & Khairuddin, N. H. (2025). A review on the role of deep eutectic solvents in mango (*Mangifera indica*) extraction. *RSC Advances*, 15(6), 4296–4321. <https://doi.org/10.1039/D5RA00097A>
- Shetty, K., Curtis, O. F., Levin, R. E., Witkowsky, R., & Ang, W. (1995). Prevention of Vitrification Associated with in vitro Shoot Culture of Oregano.

- (*Origanum vulgare*) by *Pseudomonas* spp. *Journal of Plant Physiology*, 147(3–4), 447–451. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)82181-4](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)82181-4)
- Shi, S., Li, K., Peng, J., Li, J., Luo, L., Liu, M., Chen, Y., Xiang, Z., Xiong, P., Liu, L., & Cai, W. (2022). Chemical characterization of extracts of leaves of *Kadsua coccinea* (Lem.) A.C. Sm. by UHPLC-Q-Exactive Orbitrap Mass spectrometry and assessment of their antioxidant and anti-inflammatory activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 149. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPHA.2022.112828>
- Syed Salleh, S. N. A., Mohd Hanapiah, N. A., Ahmad, H., Wan Johari, W. L., Osman, N. H., & Mamat, M. R. (2021). Determination of Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity and GC-MS Analysis of Malaysian Stingless Bee Propolis Water Extracts. *Scientifica*, 2021(1), 3789351. <https://doi.org/10.1155/2021/3789351>
- Vanitha, S., Sankar, P. M., Krishnamoorthy, A. S., Karthikeyan, G., & Prabakar, K. (2020). Management of Postharvest Decay in Carrot (*Daucus carota* L. var. *sativus*) through Eco-friendly Approaches. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(6), 3924–3939. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.906.461>
- Xin, M., Li, C., He, X., Li, L., Yi, P., Tang, Y., Li, J., Liu, G., Sheng, J., & Sun, J. (2021). Integrated metabolomic and transcriptomic analyses of quality components and associated molecular regulation mechanisms during passion fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 180, 111601. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111601>
- Yeboah, J., Santoro, A. M., Arrieta-Escobar, J. A., Caballero, I. M., Orjuela, A., Novoa, C. F., Fuenmayor, C. A., & Hamdani, F. E. (2022). Heuristic-based computer-aided design of ice creams and validation by using jaggery as refined sugar substitute. *Chemical Engineering Research and Design*, 184, 256–266. <https://doi.org/10.1016/J.CHERD.2022.06.018>