

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE FRONTERA**

**Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y  
Biotecnología**

**Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias**



**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TÍTULO: “Efecto de la incorporación de pulpa de  
mango (*Mangifera indica*) y camu camu (*Myrciaria  
dubia*) en la capacidad antioxidante del helado”**

Autor(a): Bach. Enrique Alonso Mauricio Sandoval

Asesor(a): Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza

**Registro: PY-EPIIA-028**

**Sullana – Perú**

**2022**

### **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, fe, esperanza y perseverancia en estos difíciles momentos que está atravesando la humanidad y por iluminar y ser mi guía en cada camino y las decisiones que he elegido hasta el momento.

A mis padres y familia, por su constante apoyo, motivación y consejos que me permitieron continuar y culminar el presente proyecto de tesis, dando inicio a una nueva etapa como profesional.

## Agradecimiento

A Dios; a mis padres Rafael y Nora, por su constante apoyo y motivación durante el desarrollo de esta tesis, quedando claro que, la perseverancia conduce al éxito.

A mi asesor, el Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza, investigador principal del proyecto “Evaluación de las cualidades funcionales del limón (*var. Sutil*), camu camu, mango y cacao en productos lácteos” financiado con fondos concursables de la UNF, por su apoyo, orientaciones y consejos en el desarrollo de esta investigación.

A la Dra. María Santos Pedraza Guevara y Dr. Heber Cornelio Santiago por su ayuda, paciencia y consejos en las diferentes etapas del proyecto.

A la Ing. Mirtha Susana Anaya Palacios, asistente de investigación del mencionado proyecto, por su excelente gestión y consejos durante el desarrollo de esta tesis.

A mi estimada casa de estudios Universidad Nacional de Frontera, por el financiamiento del proyecto de investigación, el cual nos permitió adecuar el laboratorio de “Alimentos Funcionales y Bioprocesos” donde se desarrolló esta investigación.

Al Sr. Jorge Cruz Rodríguez, Ing. Fernando Muñoz, así como la Gerencia de la Heladería El Chalan S.A.C., por facilitar el acceso a sus instalaciones y equipos durante el desarrollo de esta investigación.

Enrique Alonso Mauricio Sandoval

## Carta de Conformidad del Asesor

Señor:

Dr. Luis Ángel Paúcar Flores

Coordinador (e) de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias y Biotecnología  
Universidad Nacional de Frontera

El suscrito, en mi condición de asesor del señor **Enrique Alonso Mauricio Sandoval** de la Escuela Profesional de **Ingeniería de Industrias Alimentarias** informo que la Tesis, titulada **“Efecto de la incorporación de pulpa de mango (*Mangifera indica*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) en la capacidad antioxidante del helado”** se encuentra conforme a lo indicado en el Reglamento de Grados y Títulos.

Sullana, 22 de junio de 2022



.....  
Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza  
DNI: 80549617

**Jurado Evaluador**



---

**MSc. Luis Alberto Núñez Alejos**

Presidente



---

**Mg. Milagros Del Pilar Espinoza Delgado**

Secretaria



---

**Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza**

Vocal



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
FRONTERA

### ANEXO 3-K

#### Acta de Evaluación de Sustentación del Informe de Tesis

Siendo las 11:00 horas del día jueves 04 del mes de agosto del año 2022 se reunieron en la sala virtual:

<https://meet.google.com/pfq-wxio-tpm?authuser=0>; de la Universidad Nacional de Frontera, los miembros del

Jurado de Tesis para evaluar el Informe de Tesis, denominado: **"EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PULPA DE MANGO (*Mangifera indica*) Y CAMU CAMU (*Myrciaria dubia*) EN LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE**

**DEL HELADO"**, siendo sustentado en sesión pública por el autor: Bach. **ENRIQUE ALONSO MAURICIO SANDOVAL** y como requisito para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias.

Terminada la sustentación, se procedió a la defensa del Informe de Tesis, etapa en que los miembros del Jurado de Tesis formularon sus inquietudes y preguntas de manera individual, las que fueron respondidas por el sustentante.

Seguidamente, el Jurado solicitó el retiro de todos los asistentes y del (los) sustentante(s) de la sala virtual oficial según sea el caso; el Jurado de Tesis determinó la calificación concedida a la sustentación del Informe de Tesis para la Obtención de Título Profesional, en términos de:

**Aprobado (a)** con el calificativo de **DIECIOCHO (18)**, levantándose la sesión a las 12:27 horas del mismo día. Se concluye el acto de sustentación, suscribiendo el acta.

  
Presidente

M. Sc. Luis Alberto Núñez Alejos

  
Secretaria

Mg. Milagros del Pilar Espinoza Delgado

  
Vocal

Dr. Luis Alfredo Espinoza Espinoza

No.	DESCRIPCIÓN	RECOMENDAR	
		SI	NO
1.	Recomendar para presentar en eventos.		
2.	Recomendar para publicación.		
3.	Recomendar para patente		
4.	Recomendar para Meritorio		
5.	Recomendar para Laureado		

Código: PY-EPIIA-028

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Carta de Conformidad del Asesor .....	iv
Jurado Evaluador .....	v
Índice .....	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras .....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Especies en Estudio .....	14
1.1.1. <i>Mango (Mangifera indica)</i> .....	14
1.1.2. <i>Camu camu (Myrciaria dubia)</i> .....	14
1.1.3. <i>Clasificación Taxonómica de Frutos en Estudio</i> .....	15
1.1.4. <i>Composición de Frutos en Estudio</i> .....	16
1.1.5. <i>Compuestos Bioactivos Presentes en M. dubia y M. indica</i> .....	17
1.2. Helado .....	17
1.2.1. <i>Clasificación</i> .....	18
1.3. Radicales Libres.....	19
1.4. Antioxidantes .....	20
1.5. Métodos para la Determinación de Capacidad Antioxidante .....	21
1.5.1. <i>Captación del Radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)</i> .....	23
1.5.2. <i>Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox (TEAC)</i> .....	24
1.5.3. <i>Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno (ORAC)</i> .....	26
1.6. Antecedentes .....	28
1.7. Objetivos .....	30
1.7.1. <i>Objetivo General</i> .....	30
1.7.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....	30
1.8. Hipótesis .....	30
<b>II. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
2.1. Lugar de Ejecución .....	31
2.2. Materiales y Equipos .....	31
2.3. Obtención de la Materia Prima. ....	35
2.4. Metodología Experimental .....	37

2.4.1.	<i>Diseño Experimental</i> .....	37
2.5.	Obtención de las Pulpas de Frutas .....	39
2.5.1.	<i>Diagrama de Flujo Pulpa de camu camu</i> .....	39
2.5.2.	<i>Diagrama de Flujo Pulpa de Mango</i> .....	41
2.6.	Elaboración de las Formulaciones de Helado .....	44
2.6.1.	<i>Diagrama de Flujo Helado de Mango y camu camu</i> .....	44
2.7.	Métodos de Análisis.....	47
2.7.1.	<i>Análisis Fisicoquímico de la Leche</i> .....	47
2.7.2.	<i>Análisis Fisicoquímicos de las Pulpas de Frutas y Muestras de Helado</i> .	48
2.7.3.	<i>Preparación de los Extractos Metanólicos</i> .....	48
2.7.4.	<i>Determinación de la Capacidad Antioxidante por el Método DPPH</i> .....	49
2.8.	Evaluación Sensorial de las Formulaciones de Helado .....	50
2.9.	Métodos Estadísticos .....	51
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	52
3.1.	Análisis Fisicoquímicos de la Materia Prima .....	52
3.1.1.	<i>Rendimiento de las Frutas en Estudio</i> .....	56
3.2.	Elaboración de las Distintas Formulaciones de Helado.....	57
3.2.1.	<i>Análisis Fisicoquímicos de las Formulaciones de Helado</i> .....	58
3.3.	Determinación de la Capacidad Antioxidante de las Muestras de Helado .....	60
3.4.	Evaluación Sensorial de las Formulaciones de Helado .....	69
3.4.1.	<i>Reclutamiento de Catadores</i> .....	69
3.4.2.	<i>Prueba de Ordenamiento de las Formulaciones de Helado</i> .....	70
IV.	CONCLUSIONES.....	78
V.	RECOMENDACIONES .....	79
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
	ANEXOS .....	95



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Clasificación taxonómica de frutos en estudio .....	15
<b>Tabla 2</b>	Composición química de ambos frutos por cada 100g.....	16
<b>Tabla 3</b>	Principales compuestos bioactivos de Mangifera indica y Myrciaria dubia ..	17
<b>Tabla 4</b>	Composición química del helado natural por cada 100g.....	18
<b>Tabla 5</b>	Composición de helados comerciales en relación a su formulación .....	19
<b>Tabla 6</b>	Métodos actuales para la evaluación de capacidad antioxidante en alimentos .....	21
<b>Tabla 7</b>	Materia prima e insumos empleados .....	31
<b>Tabla 8</b>	Materiales empleados para el desarrollo de la tesis.....	31
<b>Tabla 9</b>	Equipos e instrumentos utilizados para el desarrollo de la tesis.....	34
<b>Tabla 10</b>	Reactivos empleados para el desarrollo de la tesis.....	35
<b>Tabla 11</b>	Códigos asignados a cada formulación de helados .....	50
<b>Tabla 12</b>	Características fisicoquímicas de la leche .....	52
<b>Tabla 13</b>	Características fisicoquímicas del mango en estado fresco.....	53
<b>Tabla 14</b>	Características fisicoquímicas del camu camu en estado fresco .....	54
<b>Tabla 15</b>	Características fisicoquímicas de las pulpas pasteurizadas .....	54
<b>Tabla 16</b>	Rendimiento del mango y camu camu .....	56
<b>Tabla 17</b>	Composición de las diferentes formulaciones de helados .....	57
<b>Tabla 18</b>	Características fisicoquímicas de las formulaciones de helado.....	58
<b>Tabla 19</b>	Medición de la capacidad antioxidante por el método DPPH.....	60
<b>Tabla 20</b>	Análisis de varianza de un factor capacidad antioxidante .....	61
<b>Tabla 21</b>	Valores de capacidad antioxidante de las muestras de helado .....	62
<b>Tabla 22</b>	Análisis de varianza para capacidad antioxidante pruebas de los efectos inter- sujetos .....	64
<b>Tabla 23</b>	Relación de la sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo sabor .....	71
<b>Tabla 24</b>	Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo textura.....	72
<b>Tabla 25</b>	Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo color.....	73
<b>Tabla 26</b>	Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo preferencia general .....	73

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b>	Mecanismos de reacción SET y HAT .....	22
<b>Figura 2</b>	Reacción del radical DPPH ante el antioxidante .....	24
<b>Figura 3</b>	Reacción del radical ABTS ante el antioxidante .....	25
<b>Figura 4</b>	Proceso y reacción del radical peroxilo ante el antioxidante .....	27
<b>Figura 5</b>	Lugares de recolección de materia prima .....	36
<b>Figura 6</b>	Diseño experimental de las formulaciones de helado .....	37
<b>Figura 7</b>	Etapas de la Investigación .....	38
<b>Figura 8</b>	Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de camu camu .....	39
<b>Figura 9</b>	Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de mango.....	42
<b>Figura 10</b>	Diagrama de flujo para la elaboración de helado de mango y camu camu...	45
<b>Figura 11</b>	Porcentaje de inhibición del radical de cada muestra de helado.....	62
<b>Figura 12</b>	Gráfica de probabilidad normal de capacidad antioxidante.....	63
<b>Figura 13</b>	Diagrama de Pareto de efectos estandarizados .....	65
<b>Figura 14</b>	Gráfica de efectos principales para capacidad antioxidante .....	67
<b>Figura 15</b>	Gráfica de contorno de capacidad antioxidante vs. % de mango; % de camu camu .....	68
<b>Figura 16</b>	Porcentaje por rango de edades de los jueces semientrenados .....	69
<b>Figura 17</b>	Porcentaje de jueces semientrenados según su género .....	70
<b>Figura 18</b>	Gráfica de dispersión de los atributos evaluados .....	74
<b>Figura 19</b>	Proceso de elaboración de la pupa de camu camu .....	96
<b>Figura 20</b>	Proceso de elaboración de la pupa de mango .....	97
<b>Figura 21</b>	Recepción y análisis fisicoquímicos de la leche .....	98
<b>Figura 22</b>	Proceso de elaboración de muestras de helados.....	99
<b>Figura 23</b>	Proceso de elaboración de extractos metanólicos .....	100
<b>Figura 24</b>	Diagrama de proceso de preparación de solución DPPH .....	101
<b>Figura 25</b>	Proceso de determinación de capacidad antioxidante de los extractos.....	102
<b>Figura 26</b>	Desarrollo de evaluación sensorial de las muestras de helado con participación de jueces semientrenados.....	103
<b>Figura 27</b>	Tabla de números aleatorios .....	104
<b>Figura 28</b>	Ficha de evaluación sensorial .....	105
<b>Figura 29</b>	Tabla de recolección y tabulación de datos .....	106
<b>Figura 30</b>	Tabla de diferencia de sumatoria ordinal crítica .....	107

## Resumen

El estrés oxidativo producido por el desequilibrio entre oxidantes y antioxidantes ocasiona severos daños en macromoléculas como (lípidos, proteínas y ADN) las cuales a su vez generan condiciones patológicas que conllevan a producir daños en tejidos y células, además de desencadenar enfermedades infecciosas, cardiovasculares, neurodegenerativas como el cáncer. Algunos compuestos bioactivos presentes en diversas frutas y vegetales tienen la capacidad de disminuir o controlar las reacciones oxidantes de los radicales libres. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de pulpa de mango (*Mangifera indica*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) en la capacidad antioxidante del helado. Para ello se elaboraron 4 formulaciones de helados conteniendo mango (15% y 20%) y camu camu (5% y 10%). Se compararon su capacidad antioxidante y se realizó una prueba de ordenamiento a fin de comparar con un helado comercial de mango (control), resultando que la formulación 2 (15% de mango y 10% de camu camu) presentó mayor capacidad antioxidante mientras que las pruebas sensoriales demostraron que la formulación 3 (15% de mango y 5% de camu camu) alcanzó mayores puntuaciones con respecto al atributo preferencia general, evidenciándose que es posible formular un helado conteniendo porcentajes de mango hasta 20% y 10% de camu camu, aumentando de esta forma la ingesta de compuestos antioxidantes en la población que consume estos tipos de productos, sin embargo, respecto al camu camu debe cuidarse de superar el umbral de acidez.

**Palabras claves:** Radicales libres, compuestos bioactivos, prueba de ordenamiento, análisis sensorial, derivados lácteos.

### **Abstract**

Oxidative stress produced by the imbalance between oxidants and antioxidants causes severe damage to macromolecules (lipids, proteins and DNA) which in turn generate pathological conditions that lead to tissue and cell damage, in addition to triggering infectious, cardiovascular and neurodegenerative diseases such as cancer. Some bioactive compounds present in various fruits and vegetables have the ability to reduce or control the oxidative reactions of free radicals. The objective of this research was to evaluate the effect of incorporating mango (*Mangifera indica*) and camu camu (*Myrciaria dubia*) pulp in the antioxidant capacity of ice cream. Four ice cream formulations containing mango (15% and 20%) and camu camu (5% and 10%) were prepared. Their antioxidant capacity was compared and an ordering test was carried out in order to compare with a commercial mango ice cream (control), the results showed that formulation 2 (15% mango and 10% camu camu) had a higher antioxidant capacity, while sensory tests showed that formulation 3 (15% mango and 5% camu camu) achieved higher scores with respect to the general preference attribute, it has been shown that it is possible to formulate an ice cream containing percentages of mango up to 20% and 10% of camu camu, thus increasing the intake of antioxidant compounds in the population that consumes these types of products; however, with respect to camu camu, care must be taken not to exceed the acidity threshold.

**Keywords:** Free radicals, bioactive compounds, ranking test, sensory analysis, dairy derivatives

## I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las principales causas del deterioro de los alimentos se encuentran; el deterioro biológico producido por microorganismos, causando cada año la muerte de 420.000 personas (Organización Panamericana de la Salud, s. f.; OPS, 2019) además del deterioro químico/bioquímico producido por el pardeamiento enzimático y por la oxidación de los lípidos, ambas reacciones de oxidación intervienen en la mayoría de los procesos de deterioro los cuales son responsables de la destrucción total del alimento (Kong & Singh, 2016; Liu & Kong, 2021). Estas reacciones de oxidación (pardeamiento enzimático y oxidación de lípidos) ocasionan cada año la pérdida de un tercio de los alimentos producidos a nivel mundial equivalentes a 1.300 millones de toneladas, generando un déficit en la producción de alimentos (Eguillor, 2019).

La oxidación de lípidos es una de las principales reacciones de oxidación dentro del deterioro químico/bioquímico de los alimentos causada por el estrés oxidativo produciendo daños en la calidad de los alimentos, favoreciendo la aparición y difusión de diversos problemas de salud, debido a que estas sustancias son propensas a experimentar procesos oxidativos en presencia de estímulos como la luz, enzimas, metales, calor entre otros estímulos, ocasionando cambios de textura, aroma, sabor y pérdida de nutrientes como aminoácidos esenciales y vitaminas liposolubles (Kong y Singh, 2016; Shahidi y Zhong, 2020). En los seres vivos, los lípidos experimentan reacciones de oxidación a lo largo del metabolismo aeróbico, generando una serie de efectos celulares de carácter destructivo relacionados con diversas enfermedades y estados de salud, tales como el envejecimiento y la inflamación, por lo general los principales agentes afectados que se ven implicados en los daños celulares y tisulares irreversibles son: los ácidos grasos insaturados de los fosfolípidos de membranas y el colesterol en particular las lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Beckman & Ames, 1998; Floyd & Hensley, 2002; Kruidenier & Verspaget, 2002; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

Los ácidos grasos son biomoléculas esenciales y las principales fuentes de energía, dentro de las células normales, los niveles de captación, la síntesis y su movilización se encuentran regulados, sin embargo, en células cancerosas altamente proliferativas no son regulados puesto, que estas células presentan una gran afinidad por la energía (ácidos

grasos y colesterol) logrando satisfacer sus necesidades a través de una alta captación de lípidos y lipoproteínas exógenas causando una elevada síntesis de novo de ácidos grasos quienes producen adenosín trifosfato (ATP) en el transcurso del proceso de beta-oxidación, las células cancerosas tienden a depender de la captación y el catabolismo de los ácidos grasos exógenos para sobrevivir, pero esta dependencia se incrementa aún más cuando se presentan en entornos bajos de nutrientes y oxígeno (Baenke et al., 2013; Louie et al., 2013; Luo et al., 2018; Surh et al., 2020). El exceso de estos metabolitos interviene en la etapa inicial de la carcinogénesis produciendo radicales libres, los cuales dañan el ADN de las células, estimulando que estas se reproduzcan de manera descontrolada y que se conviertan en células premalignas ocasionando tumores que finalmente producen cáncer (Beloribi-Djefafia et al., 2016; Harris y DeNicola, 2020; Laguerre *et al.*, 2020; Mesquita y Queiroz, 2013; Surh *et al.*, 2020).

La pandemia causada por el nuevo coronavirus SARS-Cov-2 ha influido notablemente en la vida de las personas, generando preocupación especialmente en aquellos grupos vulnerables (Lamy et al., 2022; Metin et al., 2022). Posteriores estudios indicaron la alta gravedad de los síntomas, causando en muchos casos la muerte por COVID-19 asociadas principalmente a personas que sufren de obesidad, hipertensión y diabetes (Tamara & Tahapary, 2020). Así mismo, se informó que al ingresar a la fase severa de COVID-19 los altos niveles de citosinas proinflamatorias inician el proceso hiperinflamatorio, siendo el estrés oxidativo unos de los factores del desarrollo grave de esta enfermedad (Guzik et al., 2020; Soy et al., 2020). Por estas razones, las personas optaron por cambiar sus estilos de vida y hábitos alimenticios (Eftimov et al., 2020; Lamy et al., 2022). Consumiendo alimentos naturales como frutas y vegetales que contienen múltiples compuestos bioactivos antioxidantes que al ser ingeridos proporcionan diversos beneficios a la salud como la eliminación de radicales libres, control de oxidación de los lípidos presentes en productos alimenticios durante su procesamiento y almacenamiento (Coronado et al., 2015; Dabrowska & Moya, 2009; Dastmalchi et al., 2020; Falowo et al., 2014; Lange, 2022; Llacuna & Mach, 2012; Sadeghinejad et al., 2019; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

El mango (*Mangifera indica*) es una de las frutas tropicales cuya popularidad y consumo mundial ha crecido en los últimos años debido su agradable sabor y llamativo color (Mishra et al., 2020; Ribeiro & Schieber, 2010). El Perú se encuentra entre los

principales exportadores de mango a nivel mundial, siendo Europa y Estados Unidos que los que lideran el ranking de importación (El Peruano, 2021; Mishra et al., 2020). Cerca del 70% de la producción nacional de mango se desarrolla en el departamento de Piura principalmente en los distritos de Tambo grande, Las Lomas, Piura, entre otros, que en total han logrado producir 210.399,00 toneladas durante el año 2021 (Ministerio de Desarrollo y Riego, 2021). El mango posee un gran valor nutricional al presentar un alto contenido de compuestos antioxidantes: polifenoles, carotenoides, antocianinas y ácidos orgánicos, así mismo presenta elevadas concentraciones de vitaminas (C y A), también contiene fibra, minerales, macronutrientes y aminoácidos. Muchos de estos compuestos aportan múltiples beneficios para la salud (Maldonado-Celis et al., 2019; Ribeiro & Schieber, 2010).

El camu camu (*Myrciaria dubia*) es conocido mundialmente como una de las frutas con mayor contenido de vitamina C. Su consumo ha cobrado relevancia debido al surgimiento de la pandemia causada por el SARS-CoV-2, siendo uno de los productos más exportados en el Perú durante el 2020 (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2021). Diversos estudios demuestran que el empleo de *M. dubia* y sus derivados (pulpa, cascara, semilla, hojas) presentan propiedades: antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, de inhibición de aldosa reductasa, hepatoprotectoras, antipalúdicas, antivirales, entre otras. Además de brindar efectos protectores contra enfermedades como la diabetes, la obesidad, la hipertensión y en especial contra diversos tipos de cáncer, al tener dentro de su composición vitaminas, minerales, aminoácidos esenciales, ácidos grasos esenciales y compuestos bioactivos como: polifenoles, carotenoides, flavonoides, elagitaninos. Los cuales le confieren la denominación de superalimento (Akter et al., 2011; Barrios et al., 2022; Castro et al., 2018; Santos et al., 2022).

A lo largo de los años, los helados se han convertido en un producto muy apreciado por personas de diferentes edades y grupos socioeconómicos de todo el mundo, así mismo, en el Perú su consumo anual en el 2020 alcanzó los 1.8 L por persona (Bekiroglu et al., 2022; Inga Martínez, 2020) y que debido a las altas temperaturas que presenta en especial la ciudad de Piura y toda la franja costera su consumo aumenta cada año. En la actualidad, a nivel nacional, los helados industriales son los más consumidos por las personas (Liz Katiuska et al., 2019), estos presentan en su composición grasas, azúcares, estabilizantes, saborizantes, colorantes, aditivos y antioxidantes sintéticos tóxicos

(Bahramparvar & Tehrani, 2011). Los cuales al ser consumidos frecuentemente pueden ocasionar efectos adversos para la salud humana (Amchova et al., 2015; Cabezas-Zábala et al., 2016; Chavez-Bravo et al., 2016; Morenga et al., 2013; Trasande et al., 2018). Sin embargo, actualmente existen diversas materias primas que se pueden utilizar para elaborar helados, y que según sus características producen efectos beneficiosos o perjudiciales sobre la calidad de los helados, así como también en sus propiedades físicas, químicas, sensoriales y funcionales (Bekiroglu et al., 2022; Espinoza et al., 2020; Patel et al., 2006).

## **1.1. Especies en Estudio**

### ***1.1.1. Mango (*Mangifera indica*)***

Es uno de los principales frutos que crece en zonas con climas tropicales y subtropicales, debido a su popularidad, sabor peculiar, nutrientes, aroma agradable y calidad es llamado el rey de las frutas (Maldonado-Celis et al., 2019; Saleem Dar et al., 2016). Dentro de las principales variedades de mango que se cultivan en el Perú se encuentran: Kent, Tommy Atkins, Haden y Edward (Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango, 2021; INDECOPI, 2018). Según su variedad presentan un peso entre (300 a 800 g), forma (ovoide, oblonga, ovalada y oblicuar) y coloración (amarillo-anaranjado, verde, rojo, violeta y rojo oscuro) (Arreaga & Vinueza, 2010; Delgado et al., 2021). Este fruto es consumido principalmente en su forma fresca, sin embargo, a partir de la pulpa se elaboran una gran diversidad productos como jugos, purés, mermeladas, deshidratados, néctares, yogures, helados, entre otros (Asif et al., 2016).

### ***1.1.2. Camu camu (*Myrciaria dubia*)***

Es un arbusto frutal silvestre originario de la Amazonia peruana, debido a sus cualidades nutricionales, a las oportunidades de desarrollo que brinda a los productores y al color de su pulpa es denominado como “el oro rosado” de la amazonia peruana (Akter et al., 2011; Hernández et al., 2011). Requiere de zonas aluviales inundables y de sumersión (orillas de ríos, arroyos y lagos) con periodos de humedad largos (3 a 5 meses) y con temperaturas entre 22 a 26 °C, siendo su periodo de cosecha entre los meses de septiembre y abril (Arellano-Acuña et al., 2016; Castro, Maddox, & Imán, 2018). En la actualidad se conocen dos especies:



el camu camu arbóreo (*Myrciaria floribunda*) y el arbustivo (*Myrciaria dubia*), ambas se diferencian por la estructura de la planta, forma del fruto, tamaño de semillas y contenido de vitamina C (Chirinos et al., 2010; Hernández et al., 2011). Los frutos de *Myrciaria dubia* se caracterizan por ser de forma globular, tener un diámetro entre (1.04 a 4 cm), un peso promedio de (8.4 g), así mismo tienen un epicarpio (resplandeciente y fino), dependiendo de su estado de maduración presentan una coloración (verde, rosado a rojo intenso y negro violeta), cada fruto contiene entre 1 a 4 semillas de forma elipsoide (Castro, Maddox, & Imán, 2018; Chirinos et al., 2010; Hernández et al., 2011; Langley et al., 2015).

### 1.1.3. Clasificación Taxonómica de Frutos en Estudio

En la Tabla 1. Se muestra la clasificación taxonómica del camu camu y mango, se puede observar que ambos frutos pertenecen a mismo reino, sin embargo, presentan diferencias entre las demás categorías taxonómicas de acuerdo con su forma y estructura.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de frutos en estudio*

Categoría taxonómica	Nombre común	
	<i>Myrciaria dubia</i>	<i>Mangifera indica</i>
Reino	Plantae	Plantae
División	Fanerógamas	Magnoliophyta
Orden	Myrtales	Sapindales
Familia	<i>Myrtaceae</i>	Anacardiaceae
Genero	<i>Myrciaria</i>	Mangifera
Especie	<i>Myrciaria dubia</i> HBK Mc Vaugh	<i>Mangifera indica</i> L

*Nota.* La tabla muestra la clasificación taxonómica de *Myrciaria dubia* y *Mangifera indica*. Fuente: Adaptado a partir de (Mendoza, 2016; Sullón, 2020)

#### 1.1.4. Composición de Frutos en Estudio

La composición química de ambos frutos (*Myrciaria dubia* y *Mangifera indica*) se muestra en la Tabla 2. Que ambas especies presentan niveles de proteínas, cenizas, fósforo, calcio y magnesio casi iguales. El camu camu presenta altos niveles de vitamina C, vitamina A, agua, potasio y hierro, mientras que el mango presenta altas cantidades de lípidos y potasio.

**Tabla 2**

*Composición química de ambos frutos por cada 100g*

Componentes	Unidad	Myrciaria dubia	Mangifera indica
Agua	g	94.1	81.71
Proteínas	g	0.5	0.51
Lípidos totales (grasas)	g	0.3	0.27
Cenizas	g	0.3	0.50
Potasio (K)	mg	144.1	156
Fósforo (P)	mg	17	11
Calcio (Ca)	mg	15.7	10
Magnesio (Mg)	mg	12.4	9
Vitamina C	g/mg	2.99	27.7
Vitamina A	g/ug	24.5	389
Folato, total	ug	-	14
Hierro	ug	665	200

*Nota.* La tabla muestra la composición química de *Myrciaria dubia* y *Mangifera indica*. Fuente: Adaptado a partir de (Castro, Maddox, & Imán, 2018; Saleem Dar et al., 2016)

### 1.1.5. Compuestos Bioactivos Presentes en *M. dubia* y *M. indica*

Los principales compuestos bioactivos de *M. dubia* y *M. indica* se muestran en la Tabla 3. Se puede observar que ambos frutos tienen dentro de su composición un flavonoide en común (miricetina).

**Tabla 3**

*Principales compuestos bioactivos de Mangifera indica y Myrciaria dubia*

<b>Especies</b>	<b>Compuestos bioactivos</b>	
<i>Myrciaria dubia</i>	carotenoides	Chrysanthemin
	Castalagina	Grandinina
	Casuarinin	Ácido gálico
	vescalagina	Miricetina
	estaquiurina	Metilvescalagina
<i>Mangifera indica</i>	catequinas	quercetina y derivados
	kaempferol	Ramnetina
	antocianinas	ácido tánico
	mangiferina	Miricetina
	proantocianidinas	Delfinidina

*Nota.* En la tabla se observa algunos de los principales compuestos bioactivos presentes en el *Myrciaria dubia* y *Mangifera indica*. Fuente: Adaptado a partir de (Castro, Maddox, & Imán, 2018; Castro, Maddox, Cobos, et al., 2018; Maldonado-Celis et al., 2019).

## 1.2. Helado

Según la norma NTP 202.057: 2006. (revisada el 2018), menciona que el helado es una emulsión elaborada por medio de una mezcla con base líquida (agua o leche) y de diversos ingredientes como (grasa, azúcar, proteínas, entre otros), los cuales son expuestos a un proceso de congelación (con o sin incorporación de aire), así mismo son almacenados, distribuidos y vendidos en estado semi-congelado.

Por su parte, Deosarkar et al. (2016), indican que los helados son un tipo de producto lácteo elaborados a partir de la congelación de una mezcla o emulsión constituida por agua, leche, edulcorantes, aromatizantes, estabilizantes, colorantes y otros productos alimentarios.

### **1.2.1. Clasificación**

Diversos autores mencionan que existen diversas formas en las que se pueden clasificar a los helados; ya sea por su forma de preparación (helados artesanales e industriales), composición de la mezcla (helados de leche, sorbetes y de agua), ingredientes (helados de crema, leche descremada, grasa vegetal, leche, mantecado) y temperatura de almacenamiento (helados blandos, duros y normales), así mismo existen otros tipos como (helados de yogurt, frutas, sherbets, premium y súper premium (Atauje, 2020; Goff, 2015; Isique, 2014; León et al., 2014). Debido a que los ingredientes para elaborar la mezcla son elegidos en relación a su precio, disponibilidad, normas de cada país, preferencia de los consumidores y calidad del producto final, su composición se ve afectada (Deosarkar, Kalyankar, et al., 2016).

**Tabla 4**

*Composición química del helado natural por cada 100g*

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Helado natural</b>
Agua	%	61.7
Energía	cal	196.7
Proteínas	%	4.1
Grasa	%	12
Carbohidratos totales	%	20.7
Peso/ Proción 100 cal	g	50.8

*Nota.* Se puede observar la composición química de los helados naturales donde se destaca un importante aporte energético. Adaptado de *Encyclopedia of Food and Health* (p. 386), por Deosarkar et al., 2016, Academic Press.

**Tabla 5**

*Composición de helados comerciales en relación a su formulación*

<b>Tipo de Helado</b>	<b>Grasa láctea</b>	<b>So sin grasa</b>	<b>Edulcorantes</b>	<b>Estabilizadores</b>	<b>So</b>
Sherbet	1.2	1 a 3	22 a 28	0.4 a 0.5	28 a 34
super premium	14 a 18	5 a 8	14 a 17	0 a 0.2	40 a 42
Premium	12 a 14	8 a 10	13 a 16	0.2 a 0.4	38 a 40
Estándar	10 a 12	9 a 10	14 a 17	0.2 a 0.4	36 a 38
Sin grasa	<0.5	12 a 14	18 a 22	1.0	28 a 32
Bajo en grasa	2 a 5	12 a 14	18 a 21	0.8	28 a 32
light	5 a 7	11 a 12	18 a 20	0.5	30 a 35

*Nota.* La tabla muestra la composición aproximada de algunos helados comerciales en porcentajes (%); sólidos totales (SO). Adaptado de *Ice Cream and Frozen Desserts: Product Types* (p. 3), por H.D. Goff, 2018, Elsevier Inc.

### **1.3.Radicales Libres**

Es aquella molécula o átomo que tiene uno o más electrones desapareados, estas moléculas tienen capacidad de existir de manera independiente, así mismo algunas de estas moléculas pueden tener carga (positiva, negativa) o estar sin carga (Dasgupta & Klein, 2014; Kehrer et al., 2010). Dentro de los radicales más comunes que se provienen de fuentes exógenas y endógenas se encuentran; las especies reactivas de oxígeno (ROS) y las especies reactivas de nitrógeno (RNS), ambos tipos de moléculas tienen la capacidad de producir daños y alterar el estado redox intracelular de biomoléculas como (lípidos, proteínas y ácidos grasos) causando una excesiva producción de radicales libres (estrés oxidativo) (Gupta et al., 2016; Siraki et al., 2018; Tvrdá & Benko, 2020). Los radicales libres pueden formarse de dos maneras: I) mediante la adicción de un electrón a un átomo neutro ( $A \rightarrow A^{\bullet+}$ ) o, II) mediante la pérdida de un electrón de un átomo ( $A \rightarrow A^{\bullet-}$ ) (Tvrdá & Benko, 2020). Debido a su potencia y a su capacidad innata para participar durante los procesos

oxidativos producidos por las reacciones en cadena, presentan tres tipos generales de reacciones: 1) Iniciación: donde una escisión homolítica causada por algún factor externo como (calor, catalizadores metálicos, entre otros) provoca que el número de radicales aumente ( $A - B \rightarrow A^\bullet + B^\bullet$ ), 2) Propagación: la reacción en cadena ocasiona que los radicales se generen y regeneren por lo que el número de radicales no cambia ( $A - B + A^\bullet \rightarrow A + A + B^\bullet$ ) y, 3) Terminación: aquí los radicales se reaccionan entre produciendo una molécula estable que no contiene radicales ( $A^\bullet + A^\bullet \rightarrow A - A$ ) (Kehrer et al., 2010; Siraki et al., 2018; Tvrdá & Benko, 2020).

#### 1.4. Antioxidantes

Son compuestos que se encuentran principalmente en distintas materias primas naturales como (plantas, frutas y vegetales) quienes retrasan, controlan y previenen el daño oxidativo producido por los radicales libres, así mismo cumplen un rol importante en la conservación de los alimentos y contribuyen a la reducción de enfermedades degenerativas dentro del organismo por medio de distintos mecanismos con actividades diferentes (Fereidoon & Ying, 2010; Shahidi & Zhong, 2015; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Dentro de estos antioxidantes que presentan los roles antes mencionados se encuentran; los eliminadores de radicales libres, los inhibidores de oxígeno singlete, los inhibidores de peróxidos y especies reactivas de oxígeno (ROS), los quelantes de iones metálicos, los inhibidores de productos de oxidación secundarios y los inhibidores de enzimas prooxidantes (Shahidi & Zhong, 2007).

La estructura química de cada antioxidante condiciona su actividad intrínseca ante los radicales libres y otras especies reactivas de oxígeno, por lo que afecta su actividad antioxidante, además de ello su eficacia puede verse afectada por la concentración, temperatura, tipo de sustancia de oxidación, aspecto físico del sistema, existencia de prooxidantes, sinergias y su ubicación en una matriz determinada (Cömert & Gökmen, 2020; Shahidi & Zhong, 2011; Y. Zhong & Shahidi, 2015; Ying Zhong & Shahidi, 2012).

### 1.5. Métodos para la Determinación de Capacidad Antioxidante

La capacidad antioxidante es la evaluación de la eficacia del proceso de conversión y captación de moles de las especies reactivas producidas por un antioxidante a lo largo de un tiempo establecido, con el paso de los años los métodos e instrumentos empleados para la determinación o evaluación de la capacidad antioxidante han evolucionado significativamente, hoy en día se tienen una gran variedad de métodos o ensayos químicos, así como metodologías automáticas y muy sensibles (Apak et al., 2016; Shahidi & Zhong, 2015; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Estos métodos se caracterizan por estar basados en la medición de mecanismos de transferencia de átomos de hidrógeno (HAT) y transferencia de un solo electrón (ET) (Figura 1) (Shahidi & Zhong, 2007; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Por lo tanto, en la tabla 6, se resumen los métodos actuales utilizados para evaluar la actividad antioxidante en alimentos según las reacciones químicas involucradas. Además, se describirá brevemente a los principales métodos más utilizados.

**Tabla 6**

*Métodos actuales para la evaluación de capacidad antioxidante en alimentos*

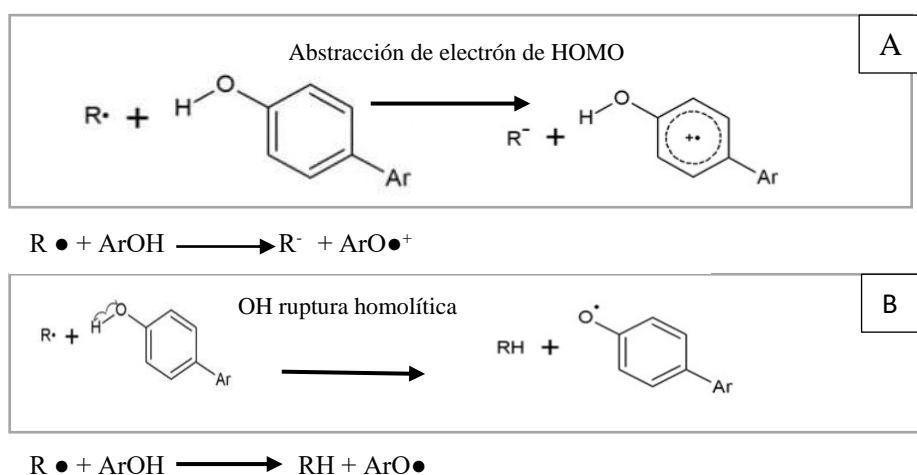
<b>Categoría</b>	<b>Nombre</b>	<b>Siglas</b>	<b>Tipo de ensayo</b>	<b>Oxidante</b>
Reacciones de transferencia de átomos de hidrogeno (HAT)	capacidad de absorción de radicales de oxígeno	(ORAC)	ER	Radical peroxilo formado por AAPH
	Quimioluminiscencia	(-)	ER	Peróxido de hidrógeno
	Barrido del radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo	(DPPH)	ER	Radical DPPH

Reacciones de transferencia de un solo electrón (ET)	Capacidad antioxidante	(TEAC)	ER	Radical cation ABTS
	equivalente a Trolox			
	Poder antioxidante férrico reductor	(FRAP)	EP	Fe <sup>3+</sup>
	Capacidad antioxidante reductora cúprica	(CUPRAC)	EP	Cu <sup>2+</sup>
	Capacidad antioxidante reductora del cerio	(CERAC)	EP	Ce <sup>4+</sup>
	capacidad antioxidante reductora del cromo	(CHROMAC)	EP	Cr <sup>6+</sup>
	Reducción de Ag <sup>+</sup>	(-)	EP	Ag <sup>+</sup>
	Reducción de Au <sup>3+</sup>	(-)	EP	Au <sup>3+</sup>

*Nota.* Ensayo de barrido de especies reactivas de oxígeno (ER); Ensayo de potencial redox (EP). Adaptado de *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (p. 291), por Y. Zhong & Shahidi, 2015, Woodhead Publishing.

### Figura 1

*Mecanismos de reacción SET y HAT*





*Nota.* La imagen A muestra la reacción de transferencia de un solo electrón (SET); En la imagen B se observa la reacción de transferencia de átomos de hidrógeno (HAT). Adaptado de “*Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de Stevia rebaudiana en varios modelos in vitro*” (p. 6), por Mendoza et al., 2020, *Revista EIA*, 17(34).

### **1.5.1. Captación del Radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH)**

Es el método más sencillo, barato, rápido, y más utilizado para evaluar la capacidad antioxidante de productos mínimamente procesados, frutas, plantas, extractos y bebidas (Litescu et al., 2010; Rayess et al., 2014; Shahidi & Zhong, 2015; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Fue desarrollado por Blois en el año 1958, él demostró que el radical DPPH tenía la capacidad de admitir un electrón de hidrógeno procedente de la cisteína, sin embargo, con el paso del tiempo este método ha sido modificado parcialmente (Blois, 1958; Boligon et al., 2014; Brand-Williams et al., 1995; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

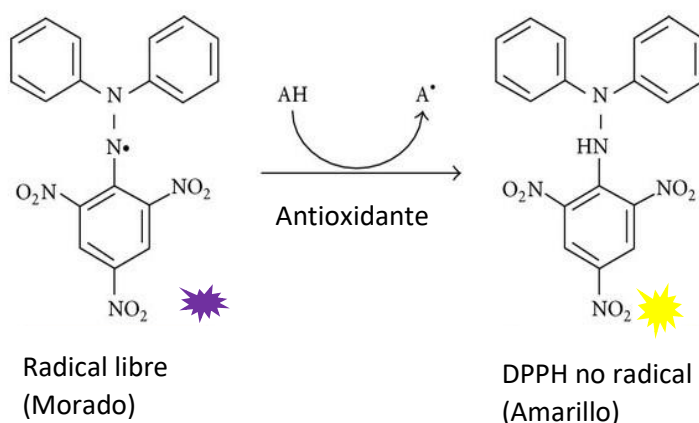
El 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH) es un radical estable cromógeno que produce una coloración púrpura oscuro, esta coloración es causada por la deslocalización de un electrón desapareado presente en la estructura del radical el cual evita que se forme un dímero, (Brand-Williams et al., 1995; Shahidi & Zhong, 2015; Y. Zhong & Shahidi, 2015). A diferencia que otros métodos no se necesita generar el radical antes de iniciar el ensayo, lo cual permite disminuir el tiempo del experimento, este radical según diversas investigaciones se disuelve en solventes orgánicos (metanol o etanol) (Brand-Williams et al., 1995; Litescu et al., 2010; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

Al adicionar el antioxidante con el radical DPPH se genera una reacción (Figura 2) en donde los antioxidantes donan un electrón (hidrógeno) al radical logrando neutralizarlo convirtiéndolo en DPPH-H y produciendo un cambio de coloración (amarillo), este cambio de coloración es determinado a una longitud de onda de 517 nm después de 15 o 30 minutos en un espectrofotómetro UV o EPR, teniendo en cuenta que la velocidad de reacción depende de la naturaleza del antioxidante

y la cantidad de DPPH-H que se produce por su concentración. Los resultados pueden ser expresados como concentración mínima inhibitoria para eliminar el 50% de DPPH inicial ( $EC_{50}$ ) obtenidos a partir de gráficas entre el porcentaje de inhibición y concentración del extracto o también como mmol TE por gramo de muestra (mmol TE/g o L) utilizando estándares como (Trólox o ácido ascórbico). Es importante saber que mientras el  $IC_{50}$  sea menor, mayor será la eficacia del antioxidante evaluado, así mismo si la absorbancia de la reacción disminuye significa que presenta una gran capacidad de eliminación de radicales libres, en cambio, si la absorbancia de la reacción es elevada tiene baja capacidad antioxidante (Boligon et al., 2014; Rayess et al., 2014; Teixeira et al., 2013; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

## Figura 2

### Reacción del radical DPPH ante el antioxidante



*Nota.* La imagen muestra el proceso de reacción del radical DPPH ante el antioxidante. Adaptado de “Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview” (p. 4), por Teixeira et al., 2013, *BioMed Research International*.

### 1.5.2. Capacidad Antioxidante Equivalente a Trolox (TEAC)

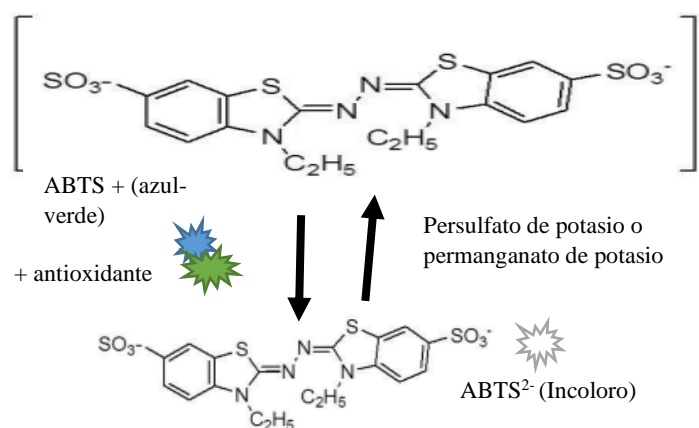
Miller et al. (1993) fueron los primeros en desarrollar el método, denominado como el más sencillo y práctico para determinar la capacidad antioxidante total,

este método consistía en producir un radical catión por mediante la activación de la metilmioglobina con peróxido de hidrógeno dejándolo en contacto con el ABTS. Sin embargo, este método generó algunas discrepancias al observarse que la disminución del radical ferrilmioglobina era favorecido por las reacciones rápidas de los antioxidantes. En consecuencia, Re et al. (1999), propusieron otro método mejorado basado en la decoloración de cationes radicales ABTS donde se genera un radical estable antes de producirse la reacción con los antioxidantes.

Este método permite medir la capacidad de captación de los antioxidantes ante el catión radical 2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6) (ABTS), este método consiste en generar directamente el cromóforo  $ABTS^{\bullet+}$  verde-azulado mediante la reacción de un agente oxidante (persulfato de potasio o permanganato de sodio) y el ABTS (Figura 3), este cromóforo tiene una absorción máxima de 734 nm. Luego de la reacción se le agregan los antioxidantes que causan la disminución de su intensidad debido a que neutralizan al catión radical al transferir electrones (reducción directa) o átomos de hidrógeno (enfriamiento del radical) durante este proceso el catión radical pasa de una coloración verde-azulado a incoloro (forma neutra). El porcentaje de inhibición se determina mediante la cantidad de antioxidante utilizado en un tiempo fijo establecido. Los resultados se pueden expresar en milimoles equivalentes de Trolox (mmol TE/g o L) (Boligon et al., 2014; Nenadis & Tsimidou, 2010; Re et al., 1999; Shahidi & Zhong, 2015; Y. Zhong & Shahidi, 2015).

### Figura 3

#### *Reacción del radical ABTS ante el antioxidante*



*Nota.* La imagen muestra el proceso de reacción entre el radical ABTS y el antioxidante. Adaptado de *Phenolic Composition, Classification and Health Benefits* (p. 15), por Rayess et al., 2014, Nova Publishers.

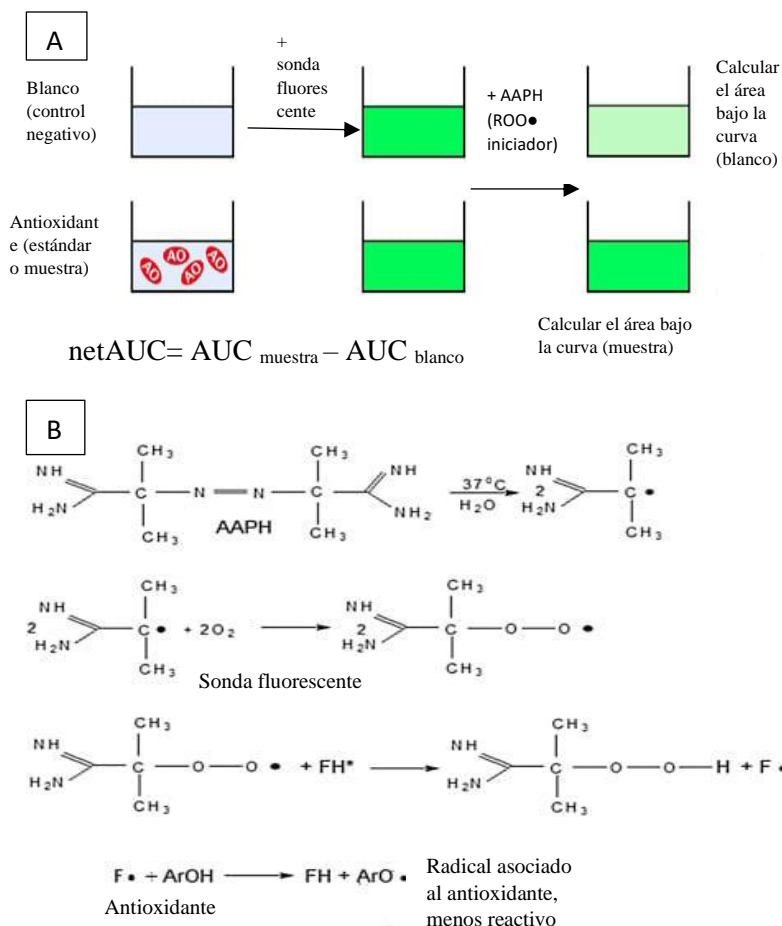
### **1.5.3. Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno (ORAC)**

Cao y colaboradores fueron los primeros en desarrollar este método en el año 1993, el cual mide la capacidad de ruptura de cadenas de radicales de los antioxidantes (secundarios) por medio del control de la inhibición producida por la oxidación de los radicales peroxilo (Cao et al., 1993; Litescu et al., 2014; Malta & Liu, 2014). En este método (Figura 4) el APPH [diclorhidrato de 2,2'-azobis(2-amidinopropano)] al entrar en contacto con el oxígeno se calienta (37 °C) produciendo radicales peroxilo, estos reaccionan con una sonda fluorescente generando su disminución que es registrada en el fluorómetro, pero cuando esta entra en contacto con un antioxidante o mezcla de antioxidantes se inhibe la disminución de la fluorescencia (Litescu et al., 2014; Skendi, 2021; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Luego se realizan curvas de disminución de fluorescencia, una con el antioxidante estudiado y otra sin él (Galili & Hovav, 2014; Y. Zhong & Shahidi, 2015). Finalmente, para la cuantificación se calcula el área bajo la curva (AUC) del blanco y la muestra, seguidamente se calcula el área neta bajo la curva entre el blanco y la muestra (netAUC) (Litescu et al., 2014; Taruscio et al., 2004). El AUC permite conocer la combinación entre el porcentaje de inhibición y el tiempo total de inhibición de las especies reactivas producidos por los antioxidantes, los resultados pueden ser expresados como miligramos o micromoles equivalentes a Trolox por gramo de muestra (mg o  $\mu\text{mol TE/g}$ ) (Shi & Noguchi, 2001; Skendi, 2021; Taruscio et al., 2004; Vuolo et al., 2019).

Este método es muy usado en la actualidad dentro de la industria alimentaria, sin embargo, requiere de equipos (espectro-fluorómetros) caros, por lo que es difícil acceder a ellos, además se debe controlar la temperatura, ya que esta puede disminuir su reproducibilidad (Badarinath et al., 2010).

Figura 4

## Proceso y reacción del radical peroxilo ante el antioxidante



*Nota.* En la imagen A se observa el proceso de degradación de fluoresceína. Tomado de *principio de ensayo de actividad ORAC* [Fotografía], por cellbiolabs, 2022, <https://www.cellbiolabs.com/orac-oxygen-radical-antioxidant-capacity-assay>; La imagen B muestra la reacción del radical ante el antioxidante. Tomado de *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages* (p. 248), por Litescu et al., 2014, Academic Press.

## 1.6. Antecedentes

Entre los principales estudios publicados que se relacionan con la incorporación de pulpas de frutas en formulaciones de helados y a la determinación de su capacidad antioxidante, se encuentra el realizado por, De Oliveira et al. (2021) los cuales elaboraron formulaciones de helados simbióticos de leche de cabra con adición de pulpa de umbú (*Spondias tuberosa*) al 20%, a quienes les agregaron bacterias lácticas autóctonas aisladas del queso de cabra previamente seleccionadas (GMIC 2) y bacterias lácticas comerciales (GMIC 1). Para la determinación de la capacidad antioxidante se utilizó el método DPPH (1,1-diphenyl-2-picrilhidrazil) y ABTS (2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid); para la evaluación de sus atributos sensoriales, prueba de preferencia y prueba de intención de compra se seleccionaron al azar 140 catadores voluntarios no entrenados de ambos sexos con edades comprendidas entre los 20 y 59 años. Se encontró que la formulación (GMIC 2) presentó mayor % de actividad de eliminación de radicales (% RSA) que (GMIC 1) en los días de almacenamiento (0, 45, 60) obteniendo valores de (86.54; 84.18 y 82.72%) respectivamente, además se observó que la combinación de bacterias lácticas autóctonas y pulpa de umbú beneficiaron sensorialmente al helado siendo esta formulación seleccionada como la más sabrosa, la más preferida y con la mayor intención de compra por parte de los catadores. Así mismo, en otro estudio realizado por, Öztürk et al. (2018) elaboraron 4 formulaciones de helados de leche de cabra que tenían *Lactobacillus casei*, a los cuales se les incorporó pulpas azul oscuras y blancas de *Myrtus communis* (*M. communis*). Las formulaciones estaban compuestas por helados: sin pulpa de fruta ni *L. casei* 431 (C); sin pulpa de fruta y con *L. casei* 431 (L); con pulpa de mirto blanco 12% y *L. casei* 431 (WML); con pulpa de mirto azul oscuro 12% y *L. casei* 431 (BML). Se determinó la actividad de eliminación de radicales libres mediante el método DPPH después de la congelación y durante el almacenamiento a 20 °C durante 8 semanas y se evaluó sensorialmente cada formulación utilizando una escala hedónica de 9 puntos, además se realizó una prueba de aceptabilidad a 11 panelistas semientrenados. Se obtuvieron los siguientes promedios de captación de radicales DPPH antes de la congelación y durante el almacenamiento (1345.14; 1303.37; 313.38; 93.73 mg L<sup>-1</sup>) respectivamente. La formulación que presentó la concentración equivalente de extractos para eliminar el 50 % de radicales (EC<sub>50</sub> más bajo) mayor fue la que contenía

pulpa de mirto azul oscuro 12% y *L. casei* 431 (BML) mientras que las formulaciones con el ( $EC_{50}$  más alta) más bajo fueron las sin pulpa de fruta ni *L. casei* 431 (C) y sin pulpa de fruta y con *L. casei* 431 (L). Además, se observó que la actividad captadora de la formulación (BML) aumento con el congelamiento y que en almacenamiento se mantuvieron constantes que a diferencia de las formulaciones (C) y (L) cuya actividad captadora disminuyo en congelamiento y en almacenamiento. Para el análisis sensorial la formulación (BML) obtuvo puntajes altos con respecto al color y apariencia, la formulación (WML) fue la que mejor sabor y olor presento, asimismo en la prueba de aceptabilidad la formulación (WML) fue la que obtuvo más aceptabilidad.

En otro estudio, Ismail et al. (2020) elaboraron 9 formulaciones de helados con polvo de cáscara de granada (*P. granatum* L.) (PPP) y jarabe de fruta Doum (*Hyphaene thebaica*) (DFS) a concentraciones de (C:0% y 0%; T1: 0,25% PPP; T2: 0,5% PPP ; T3: 2.5% DFS ; T4: 0.25% y 2.5%; T5: 0.5 y 2.5%; T6: 5% DFS; T7: 0,25% y 5%; T8:0.5% y 5%). Se determinó la capacidad antioxidante empleando el método DPPH y se evaluó las propiedades organolépticas de cada formulación. Se encontró que la formulación T8 presento la mayor actividad antioxidante ( $36.70 \pm 0.21$ ) que las demás formulaciones. La formulación T4 obtuvo los puntajes más altos de aceptación.

Por lo tanto, se puede evidenciar que la adicción de pulpas de frutas presenta un gran potencial para conferir mejores propiedades funcionales, sensoriales y darles un valor diferenciado a los helados. Como se puede observar en los estudios antes citados, se han elaborado diferentes tipos de helados (sorbetes, de leche) con múltiples pulpas de frutas como (camu camu, mango, tamarindo, tuna, umbu, Doum entre otras). Sin embargo, en la mayoría de estos trabajos, solo se ha evaluado sus efectos sobre sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Siendo necesario investigar la incorporación de estas frutas en helados y evaluar sus propiedades funcionales (antioxidantes), y con ello destacar el consumo de helados artesanales no solo por cantidad de vitaminas y minerales que presentan, sino por el contenido de antioxidantes capaces de inhibir cierta cantidad de radicales libres. Como se mencionó anteriormente, el camu camu y el mango otorgan diversos beneficios a nuestro cuerpo debido a que poseen compuestos fenólicos con propiedades

antioxidantes. Por consiguiente, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de pulpas de mango (*Mangifera indica*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) sobre la capacidad antioxidante de helados. Planteando de esta forma una alternativa saludable para consumir helados y minimizar los efectos de los radicales libres. Modificando su definición de postre a un alimento que brinde beneficios para la salud humana y que sea del agrado del consumidor. Además de aumentar las opciones de consumo para las personas que optan por consumir alimentos saludables y a la par brindar una alternativa de consumo de estos frutos.

Tomando en cuenta las consideraciones descritas, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de la incorporación de frutos de mango y camu camu sobre la capacidad antioxidante de los helados?

## **1.7. Objetivos**

### ***1.7.1. Objetivo General***

Evaluar el efecto de la incorporación de pulpa mango (*Mangifera indica*) y camu camu (*Myrciaria dubia*) en la capacidad antioxidante del helado.

### ***1.7.2. Objetivos Específicos***

- Formular distintas muestras de helados con pulpa de mango y camu camu.
- Analizar la capacidad antioxidante en muestras de helado formulados con pulpa de mango y camu camu.
- Evaluar sensorialmente las diferentes formulaciones con pulpa de mango y camu camu.

## **1.8. Hipótesis**

Ha: La incorporación de pulpa de mango y camu camu mejoran significativamente la capacidad antioxidante de los helados.

Ho: La incorporación de pulpa de mango y camu camu no mejoran significativamente la capacidad antioxidante de los helados.



## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de Ejecución

Las pruebas preliminares de las formulaciones, el desarrollo de las formulaciones, la determinación de la actividad antioxidante y el análisis sensorial se realizaron en el laboratorio de Alimentos funcionales y bioprocesos de la Universidad Nacional de Frontera, Sullana-Piura; El batido de los helados se realizó en la empresa El chalán S.A.C ubicada en la zona industrial Mz 250 lote 6 -Piura.

### 2.2. Materiales y Equipos

#### 2.2.1. Material biológico

**Tabla 7**

*Materia prima e insumos empleados*

Tipo	Descripción	Cantidad
Materia prima	Leche de vaca fresca	16 lt
	Frutos de <i>Myrciaria dubia</i> .	7kg
	Frutos de <i>Mangifera indica</i> L. variedad Edward	6.5kg
	Carboximetilcelulosa (CMC)	50g
Insumos	Leche en polvo, lata ANCHOR 800g	3 und
	Azúcar blanca refinada, DULFINA 5kg	1und

#### 2.2.2. Materiales

**Tabla 8**

*Materiales empleados para el desarrollo de la tesis*

Tipo	Descripción	Cantidad
	Ollas, acero inoxidable cap. 5L	04 und.
	Jarras medidoras PYREX cap. 1L	02 und.
	Cuchillos, acero inoxidable ORANGE 24cm	02 und.
	Cucharas, acero inoxidable FACUSA	06 und.

---

Materiales	Coladores, polipropileno BASA	03 und.
	Baldes, REY con tapa y asa de metal cap.6L	05 und.
	Tabla de picar, polipropileno BASA 29cm	02 und.
	Bidón para leche, acero inoxidable ROMSA cap. 25L	01 und.
	Balde, acero inoxidable POMSA cap. 20L	01und.
	Refrigerante, caja GEL PACK 250g -36 und	02 caja.
	Hielo en cubos, bolsa ARTISAN 3kg	02 paq.
	Cucharon, VOLLRATH mango acero inoxidable	01 und.
	Cajas térmicas N° 2, 37.00 cm. x 27.00 cm. x 22.00 cm. cap. 15l	02 und.
	Cooler. Polietileno COLEMAN 60 Qt C/Ruedas cap. 56.8l	01 und.
	Luna de reloj, ISOLAB vidrio boro 3.3	01 und.
	Criovial tapa rosca, polipropileno cap. 10 ml bol x 100 und	01 paq.
	Matraz Erlenmeyer, vidrio EUROLAB 100 ml	03 und.
	Tubo de prueba, KYNTEL 1231S c/tapa rosca de 16 x125mm	150 und.
	Tubo cónico, KYNTEL plástico p/centrifuga graduado, cap. 15ml	50 und.
	Fiola volumétrica vidrio, KYNTEL 1622 ámbar c/tapa, cap. 100ml	06 und.
	Gradilla plastificada, INTEK-NACIONAL p/ 48 tubos	01 und.
	Fiola volumétrica, KYNTEL 1621 vidrio boro 3.3, c/tapa de PP cap. 1000ml	01 und.
	Microtubos, EPPENDORF c/ tapa a presión cap. 2 ml, bol x 1000 und	01 paq.
	Fiola, NORMAX vidrio clase A c/tapa plast cap. 25ml	03 und.
	Rack, polipropileno SPL con tips (100-1000ul	01 und.
	Tips (puntas) de 100 a 1000 UL Cod T1000C1U bol x 1000 und	01 paq.
	Fiola volumétrica, KYNTEL 1621 vidrio boro 3.3, c/tapa de PP cap. 500ml	01 und.
Cubetas semi-micro descart, PLASTIBRAND, caja x 100 und.	02 caja.	
Gradilla, ISOLAB p/microtubos de cap. 1.5-2ml x 50 hoyos	01 und.	
Vasos precipitados, EUROLAB vidrio boro cap. 1L	04und.	

---

---

Vasos precipitados, EUROLAB vidrio boro 3.3 cap. 25ml	05und.
Vaso, c/ pico forma baja graduado DURAN cap. 100 ml	04 und.
Helado comercial, Pote cap. 1l	08 und.
Piseta PE-LD B/Angosta 500ml	02 und.
Probeta graduada, vidrio GIARDINO cap. 100ml	01 und.
Envases para helado con tapa, según NTP 399.163-1:2017 cap. 50 - 100 ml	300 und.
Paletas descartables, LA EUROPEA pack x 250 und	01 paq.
Vasos descartables, PAMOLSA 10 oz bolsa x 50 und	02 paq.
Cinta Adhesiva Masking, PEGAFAN 1 x 40 yds.	02 und.
Platos descartables, bolsa x 25 und	02 paq.
Guardapolvo	01 und.
Cubre bocas, 3 pliegues FAMILY DOCTOR pack 50 und	01 caja.
Guantes de látex, caja FAMILY DOCTOR x 100 und	01 caja.
Galletas de agua sin sal, agua line COSTA sixpack	09 paq.
Tocas tipo tiras, blanco RYG caja 100 und	01 caja.
Marcador, indeleble negro ARTESCO	01 und.
Bolígrafos, tinta seca ARTESCO CR-31, caja x 12 und	04 caja.
Agua sin gas, CIELO 2.5l pack 6 und	09 paq.
Papel aluminio, caja U-THIL 30 cm x 24 m	02 caja.
Papel bond A4, GRAPHOS x 500 und	01 paq.
Cuchara para helado mecánica, PRESS GP86802	01 und.

---

### 2.2.3. Equipos e instrumentos

**Tabla 9***Equipos e instrumentos utilizados para el desarrollo de la tesis*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Equipos e instrumentos	Termómetro, HANNA rango -50.0 a 150.0° C; precisión $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ( $\pm 0.5^{\circ}\text{F}$ )	01 und.
	Termómetro digital, WALFRONT (WT-1) rango -50C° a +300C°	01 und.
	pH-metro portátil, HANNA HI991001 rango 0 a 14 pH	01 und.
	Termómetro varilla, rango -10°C a +200°C. ref 516.200-L	01 und.
	Refractómetro de mano, YHEQUIPMEN RHB-90ATC, rango 0 a 90% brix, precisión: +/-1% Brix	01 und.
	Refrigerador, MABE cap. 250l, modelo RMA250FYPG.	01 und.
	Congelador, COLDEX CH05 BL cap. 152l.	01 und.
	Batidora de inmersión robot 500 plus Inox, TAURUS	01und.
	Espectrofotómetro 150 UV-VIS, THERMO SCIENTIFIC GENESYS, rango de onda 190 a 1100 nm	01 und.
	Lactodensímetro. KYNTEL sin termómetro	01 und.
	Balanza digital, VALTOX BRD10, capacidad max 5kg, precisión 1g.	01und.
	Balanza analítica, KERN AEJ 200-4DM, Max 220-Min 0.01g, d (0.001g)	01 und.
	Cocina semi industrial, SURGE 02 hornillas	01und.
	Pipeta, EPPENDORF research plus cap. 20-200ul c/caja de puntas (96tips)	01 und.

Calculadora científica, CASIO fx -570LA PLUS	01 und.
Centrifuga, ISOLAB rango de 0 a 4500 rpm, precisión $\pm 20$ rpm	01 und.
Agitador Vortex, VWR 97043-566, Rango de velocidad 300-2500 rpm	01 und.
Micropipeta, DLAB TOPPETTE 10-100 uL	01 und.
Micropipeta, DLAB TOPPETTE 20-200 uL	01 und.
Micropipeta, DLAB TOPPETTE 100-1000 uL	01und.
Micropipeta, DLAB rango 5 a 50 uL autoclavable	01 und.

#### 2.2.4. Reactivos

**Tabla 10**

*Reactivos empleados para el desarrollo de la tesis*

Tipos	Descripción	Cantidad
	Agua destilada	15 litros
	Etanol absoluto	3 litros
Reactivos	Metanol 80%	3 litros
	DPPH, free radical EMD Millipore Corp	50mg

#### 2.3. Obtención de la Materia Prima.

Los frutos de mango en estado maduro (*Mangifera indica*) de la variedad Edward fueron adquiridos en la empresa Agromar S.A.C., ubicada Lt.5 Zona Industrial Sullana, Piura, Perú (Figura 5). Mientras que los frutos de camu camu (*Myrciaria dubia*) maduro fresco en estado medio de maduración, provenientes de la Cooperativa Agroindustrial Yarinacocha (Coopay) ubicada en Jr. Lobo caño Manz 295, Lt.15 Pucallpa, Ucayali, Perú (UTM: -8.403598888651267, -74.54283084081575) fueron adquiridos en el mercado mayorista Las Capullanas

“ECOMAPSA” ubicado en la Av. panamericana norte km 45, zona industrial III Piura, Perú (Figura 5).

Las frutas fueron trasladadas al laboratorio de Alimentos Funcionales y Bioprocesos de la Universidad Nacional de Frontera en cajas térmicas a condicionadas con refrigerante (gel pack) a una temperatura de 2 °C para evitar su descomposición. Se recibieron aproximadamente 6.5 kg de mango y 7 kg de camu camu las cuales se procesaron el mismo día. Se utilizó la pulpa de cada fruta. La elaboración de las pulpas fue realizada según la Figura 8 y Figura 9. Asimismo, los frutos se pesaron antes y después de la elaboración de las pulpas con la finalidad de obtener su rendimiento, además se les mido los grados Brix y el pH de las pulpas obtenidas conforme a lo descrito en el punto (2.7.2).

**Figura 5**

*Lugares de recolección de materia prima*



*Nota.* En la imagen A se observa el lugar de recolección de las muestras de mango; La imagen B indica el lugar de recolección de las muestras de camu camu. Tomado de (Google Maps, 2022).

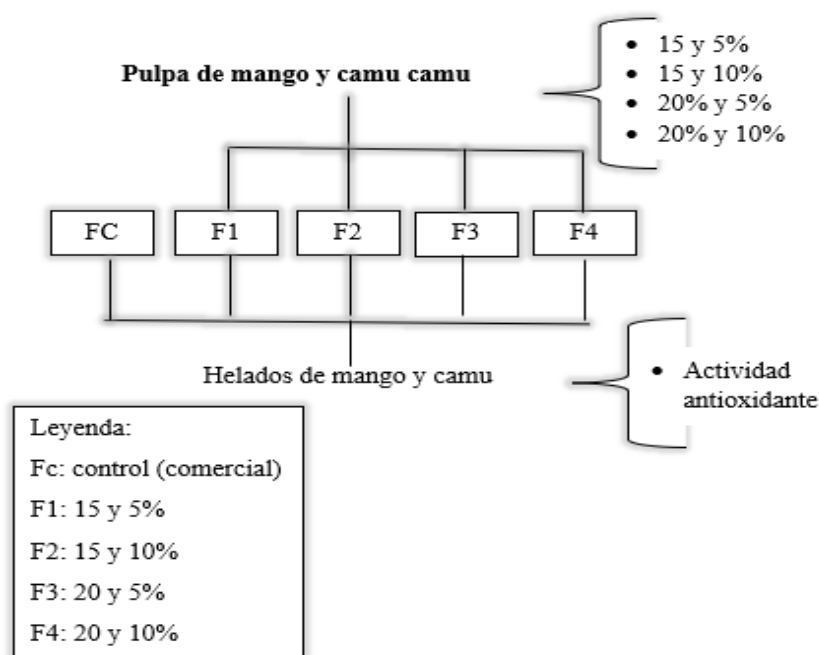
## 2.4. Metodología Experimental

### 2.4.1. Diseño Experimental

Para la elaboración de las formulaciones de helado se utilizó un diseño factorial  $2^2$ , al tener dos niveles en cada factor, los factores son, las concentraciones de pulpa de mango (factor A) y camu camu (factor B) en dos niveles (A:15% y 20%) y (B: 5% y 10%) respectivamente. El tratamiento control fue (helado comercial de mango). Posteriormente, se evaluó la actividad antioxidante utilizando el método DPPH, como observa en la Figura 6.

**Figura 6**

*Diseño experimental de las formulaciones de helado*



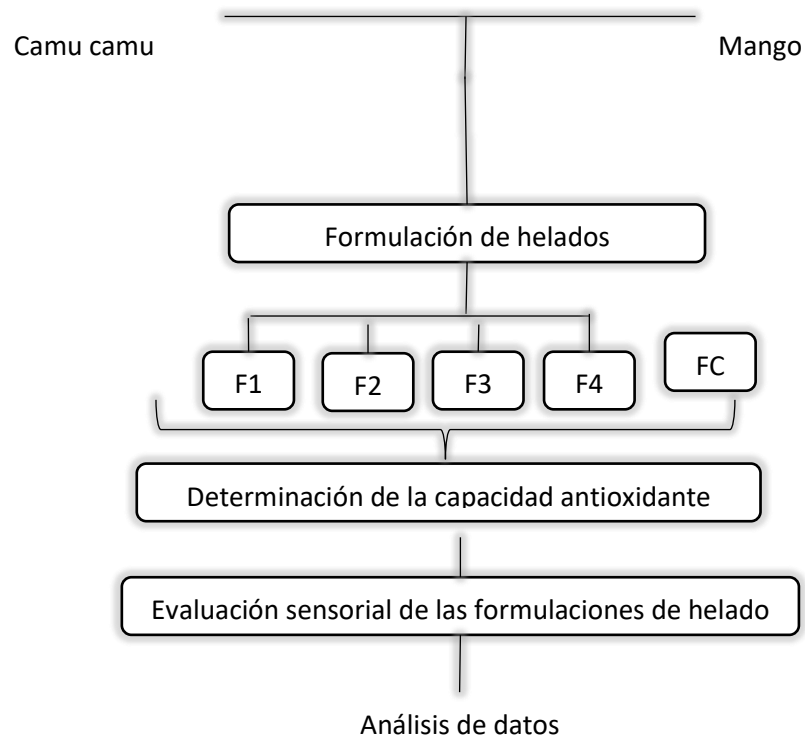
Esta investigación se llevó a cabo en 3 etapas según lo observado en la Figura 7. En la primera etapa se elaboró la pulpa de *Mangifera indica* y *Myrciaria dubia*, posteriormente se caracterizaron fisicoquímicamente en cuanto a las siguientes propiedades: pH y Brix. Una vez que se obtuvieron las pulpas de frutas se procedió

a elaborar las diferentes formulaciones de helado que contenían las pulpas de frutas en estudio a diferentes concentraciones, a las formulaciones finales se les realizaron análisis de pH y Brix°.

En la segunda etapa se analizó la capacidad antioxidante de las muestras de helado con pulpa de mango y camu camu evaluándose el efecto de estas proporciones sobre la variable respuesta. Finalmente, en la tercera etapa se evaluó sensorialmente las diferentes formulaciones de helados con pulpa de mango y camu camu.

### Figura 7

#### *Etapas de la Investigación*



Posteriormente se explican las etapas mencionadas anteriormente:



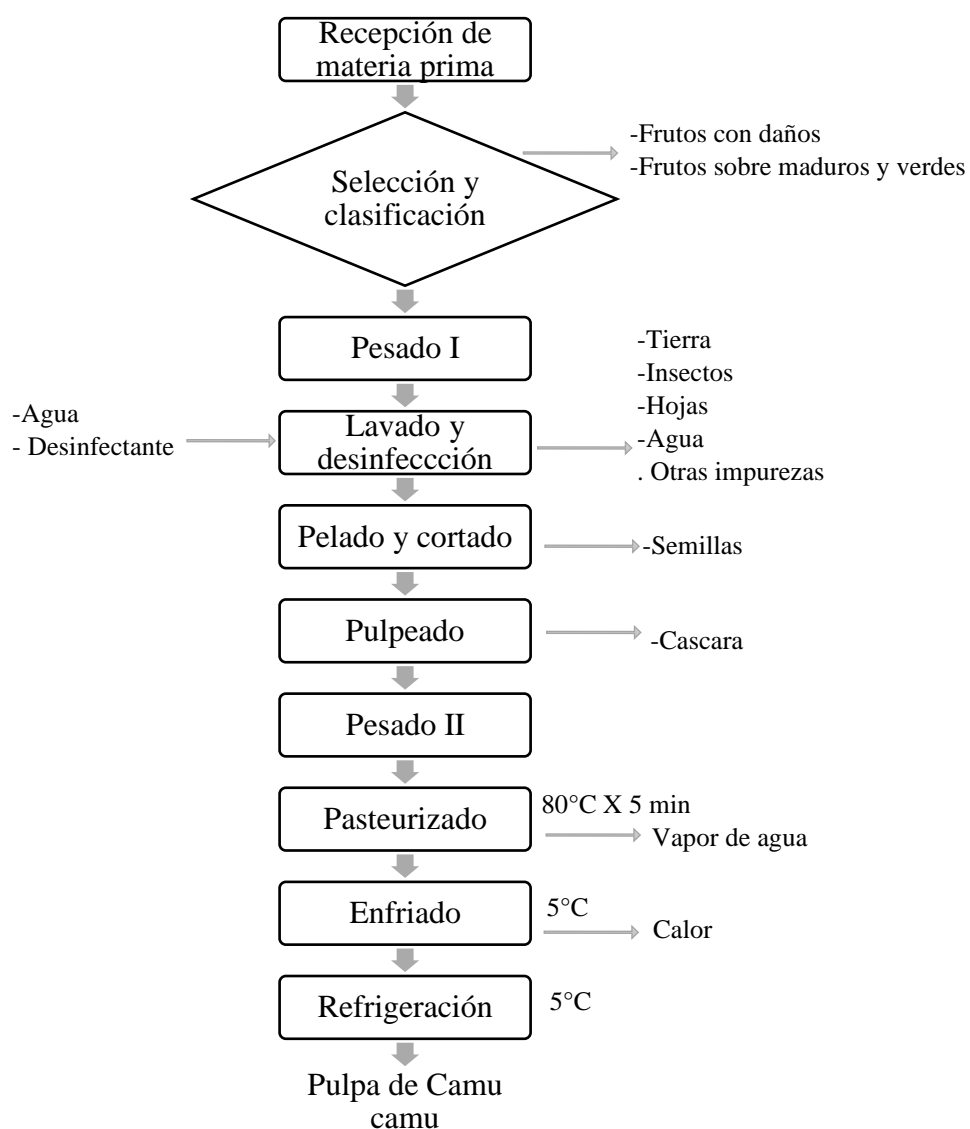
## 2.5. Obtención de las Pulpas de Frutas

### 2.5.1. Diagrama de Flujo Pulpa de camu camu

La elaboración de pulpa de camu camu se realizó según, González (2019) con algunas modificaciones. En la siguiente Figura 8. Se muestran las operaciones o procesos utilizados para la elaboración de pulpa de camu camu.

**Figura 8**

*Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de camu camu*



### **Descripción del proceso de obtención de pulpa de camu camu.**

Posteriormente, se explica cada uno de los procesos empleados en el diagrama de flujo de la Figura 8. Para la elaboración de pulpa de camu camu:

**Recepción:** la materia prima (Camu camu) se recepcionó en un ambiente limpio y libre de insectos o cualquier otro animal que pueda causarle daños, posteriormente se verificó que el estado de la materia prima sea el que se le solicitó al proveedor, en este caso camu camu (*Myrciaria dubia*) arbustivo.

**Selección y clasificación:** este proceso es importante antes de que la materia prima sea procesada debido a que esta debe cumplir con ciertos patrones de calidad, por lo que se eliminaron los frutos con daños mecánicos, demasiado verdes y maduros, frutos magullados. Seguidamente, las frutas que fueron seleccionadas se clasificaron de las que estaban listas para procesar, según su estado de maduración, preferentemente se eligieron frutos en estado medio de maduración.

**Pesado I:** se procedió a pesar los frutos de camu camu que serán procesados utilizando una balanza digital. Este proceso se realizó con la finalidad de controlar la materia prima que ingreso al proceso, además ser crucial para determinar más adelante los rendimientos del fruto.

**Lavado y desinfectado:** los frutos seleccionados fueron lavados por aspersión en agua con el objetivo de eliminar restos de tierra, insectos, partículas extrañas, hojas y cualquier otra impureza. Luego fueron desinfectadas por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a 40 ppm. Posteriormente, se realizó un segundo lavado con la finalidad de eliminar residuos del desinfectante.

**Pelado y cortado:** se procedió a pelar los frutos de forma manual con ayuda de un cuchillo de mesa, posteriormente se les retiró las semillas utilizando una cuchara de aluminio previamente esterilizada.

**Despulpado:** la pulpa libre de la semilla fue pulpeada y separada de la cáscara de forma manual con ayuda de una cuchara de aluminio, con el propósito de obtener una pulpa más fina se utilizó un colador que permitió separar los sólidos residuales del proceso anterior que presenten restos de semillas o cascara.

**Pesado II:** se procedió a pesar por separado la pulpa de las cáscaras y semillas, seguidamente se realizó los cálculos para determinar el rendimiento de la materia prima.

**Pasteurizado:** con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto final, la pulpa de camu camu se pasteurizó a una temperatura de 80 °C durante 5 minutos.

**Enfriado:** se procedió a enfriar la pulpa de camu camu hasta los 5 °C, sumergiendo la olla en un recipiente con agua fría.

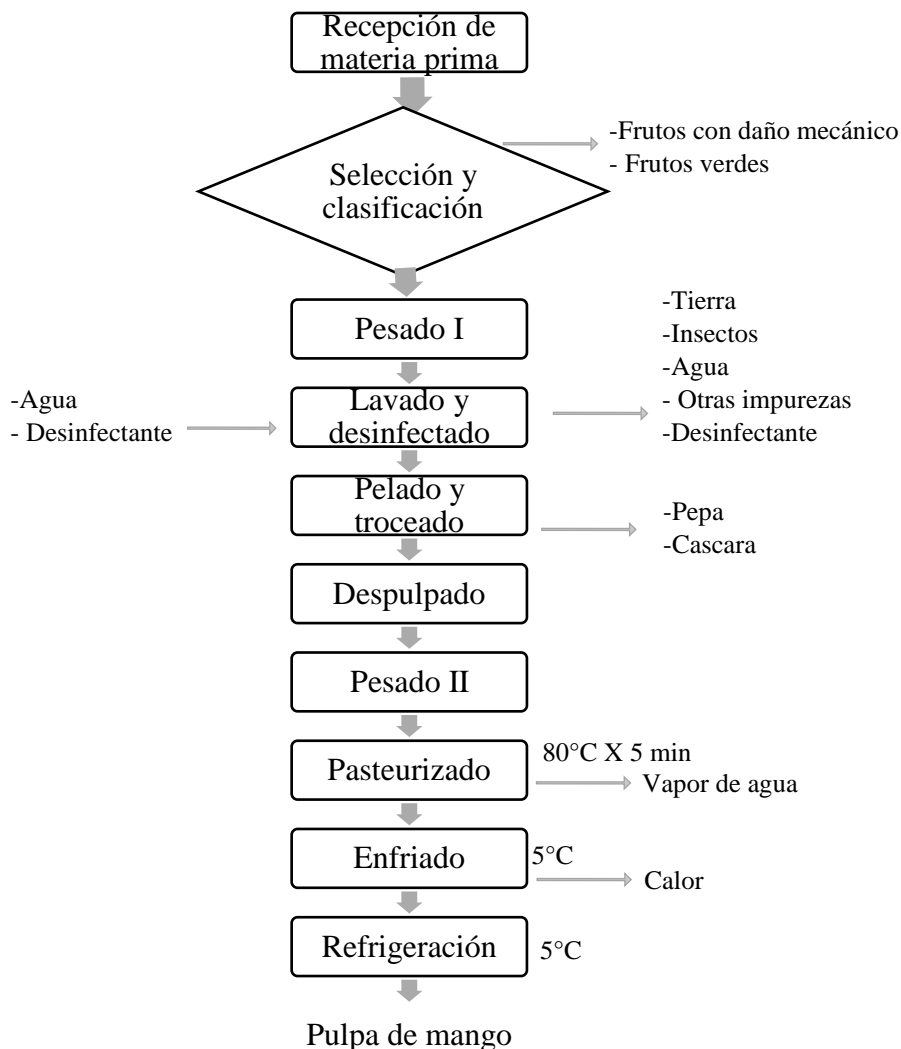
**Refrigeración:** la pulpa de camu camu fue colocada en un refrigerador a una temperatura de 5 °C para su posterior utilización.

### ***2.5.2. Diagrama de Flujo Pulpa de Mango***

La elaboración de pulpa de mango se realizó según, Nunura (2015) con algunas modificaciones. En la siguiente Figura 9. Se describe las operaciones o procesos utilizados para la elaboración de pulpa de mango

**Figura 9**

*Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de mango*



### **Descripción del proceso de obtención de pulpa de mango.**

A continuación, se explica cada uno de los procesos empleados en el diagrama de flujo de la Figura 9. Para la elaboración de pulpa de mango:

**Recepción:** la materia prima (mango) se recepcionó en un ambiente limpio y libre de insectos o cualquier otro animal que pueda causarle daños, posteriormente se verificó que el estado de la materia prima sea el que se le solicitó al proveedor, en este caso mango de la variedad Edward.

**Selección y clasificación:** este proceso es importante antes de procesarse debido a fin de cumplir con ciertos patrones de calidad, por lo que se eliminaron: frutos verdes. Se verificó que los mangos tengan un porcentaje de grados brix de entre 13 a 16% (Quintero et al., 2012). Seguidamente, las frutas que fueron seleccionadas se clasificaron de las que estaban listas para procesar, según su estado de maduración.

**Pesado I:** se procedió a pesar los mangos que serán procesados utilizando una balanza digital. Este proceso se realiza con la finalidad de controlar la materia prima que ingreso al proceso, además será crucial para determinar más adelante los rendimientos del fruto. Posteriormente, los frutos fueron llevados al siguiente proceso.

**Lavado y desinfectado:** las frutas seleccionadas fueron lavadas por aspersion en agua con el objetivo de eliminar restos de tierra, insectos, partículas extrañas y cualquier otra impureza. Luego fueron desinfectadas por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a 50 ppm. Posteriormente, se realizó un segundo lavado con la finalidad de eliminar residuos del desinfectante.

**Pelado y troceado:** se procedió a pelar los mangos de forma manual con ayuda de un cuchillo de mesa retirándoles la cáscara y pepa, luego la pulpa fue cortada en trozos.

**Despulpado:** la pulpa libre de cáscara y pepa fue homogeneizada con ayuda de una batidora de inmersión robot 500 plus Inox durante 2 minutos, con el propósito de obtener una pulpa más fina se utilizó un colador el cual permitió filtrar los sólidos residuales del proceso anterior que presenten restos de pulpa.

**Pesado II:** se procedió a pesar por separado la pulpa de las cáscaras y pepas, seguidamente se realizó los cálculos para determinar el rendimiento de la materia prima

**Pasteurizado:** con la finalidad de garantizar la inocuidad del producto final, la pulpa de mango se pasteurizó a una temperatura de 80 °C durante 5 minutos.

**Enfriado:** se procedió a enfriar la pulpa de mango hasta los 5 °C, sumergiendo la olla en un recipiente con agua fría.

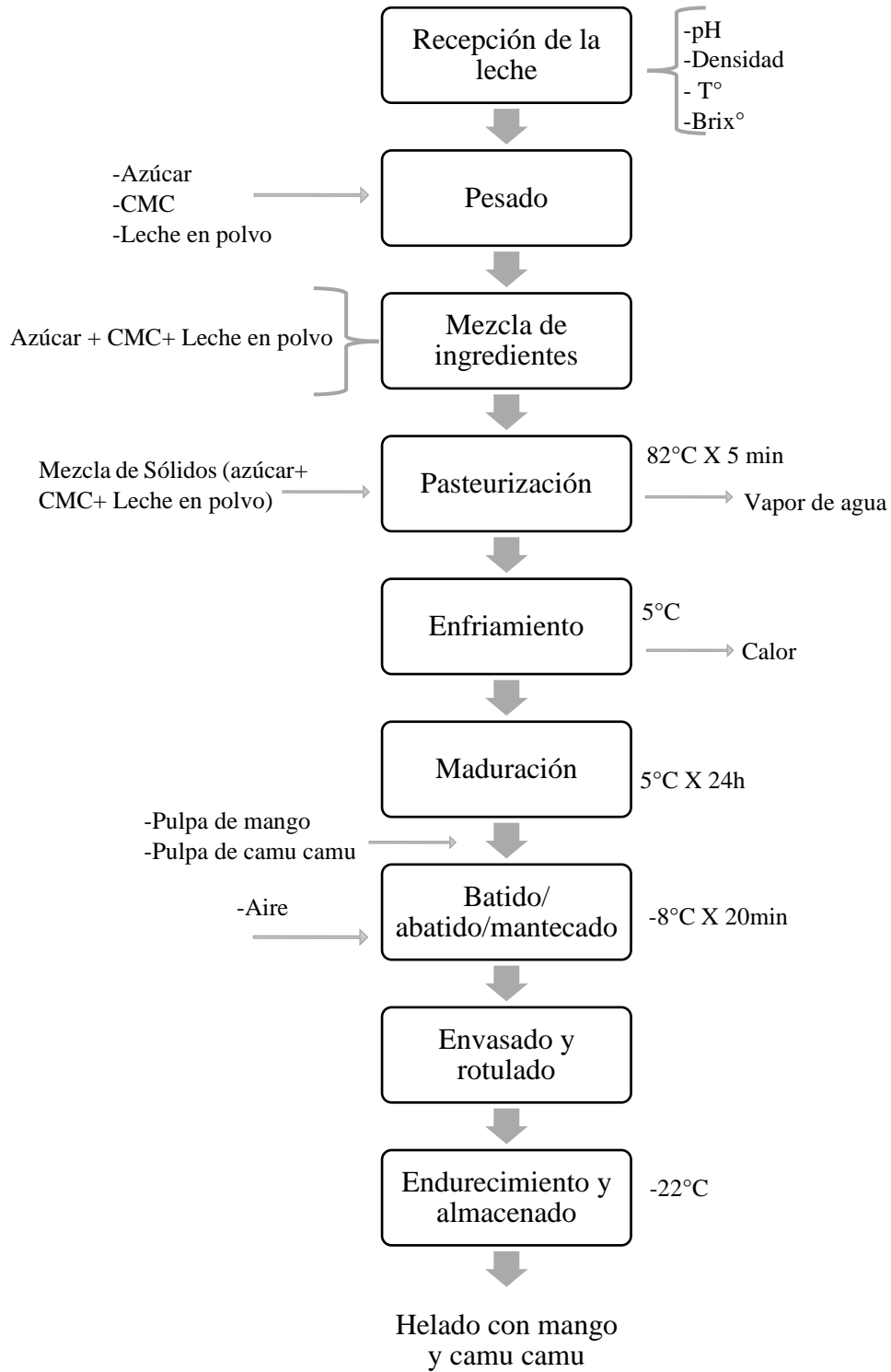
**Refrigeración:** la pulpa fue colocada en un refrigerador a una temperatura de 5 °C para su posterior utilización.

## **2.6. Elaboración de las Formulaciones de Helado**

### ***2.6.1. Diagrama de Flujo Helado de Mango y camu camu***

**Figura 10**

*Diagrama de flujo para la elaboración de helado de mango y camu camu*



### **Descripción del proceso de elaboración de helado de mango y camu camu.**

Las formulaciones de helado se elaboraron según lo manifestando por, Espinoza et al. (2020) con algunas modificaciones Figura 21, respetando los porcentajes descritos en la Figura 6 y siguiendo los procesos de la Figura 10, los cuales se explican a continuación:

**Recepción de la leche:** Se recepcionaron 16 litros de leche en una garrafa de acero inoxidable, seguidamente fue filtrada con la finalidad de eliminar impurezas provenientes del ordeño, se procedió a verificar su calidad mediante las siguientes pruebas: temperatura, densidad, pH y grados brix Figura 20.

**Pesado:** es la parte esencial del proceso, ya que permite estructurar y balancear la formulación. Evitando de esa forma cualquier cambio dentro de la formulación que genere algún defecto en el producto final. Por ello se procedió a pesar todos los ingredientes sólidos (Azúcar, CMC y leche en polvo) empleando una balanza digital.

**Mezcla de ingredientes:** debido a que algunos de los insumos utilizados al entrar en contacto con líquidos generan grumos, se procedió a mezclar y homogeneizar en seco los ingredientes sólidos (Azúcar + CMC+ leche en polvo) dentro un recipiente con ayuda de una cuchara de acero inoxidable. Para su posterior adición en el siguiente proceso.

**Pasteurización:** En una olla de acero inoxidable (20 litros), se procedió a pasteurizar la leche a una temperatura de 82 °C durante 5 minutos, en esta etapa, a una temperatura de 75 °C, se adicionaron lentamente los sólidos según los porcentajes descritos en la (tabla 17), a fin de evitar la formación de coágulos.

**Enfriamiento:** se procedió a enfriar las bases de helado hasta los 5 °C, sumergiendo la olla en un recipiente con agua fría. Posteriormente, las bases de helado se colocaron en recipientes con tapa previamente esterilizados y llevados a refrigeración.



**Maduración:** se procedió a colocar las cuatro bases de helado en un refrigerador a una temperatura de 5 °C durante 24 horas.

**Batido:** pasado el tiempo del proceso anterior se adicionó a cada formulación la cantidad de pulpa de mango y camu camu establecida en el diseño experimental (Figura 6). Posteriormente, las formulaciones se batieron por cuadruplicado a una temperatura de -8 °C durante 20 minutos en una batidora de helados, permitiendo la incorporación de aire al helado.

**Envasado y rotulado:** se procedió a envasar el helado proveniente del batido en recipientes de plástico Poliestireno de 100 g de capacidad previamente rotulados, para ser congelados.

**Endurecimiento:** Las cuatro formulaciones de helado se taparon y se colocaron dentro de un congelador a una temperatura de -22 °C durante 24 horas. Este proceso se realizó con la finalidad de mantener la estabilidad y evitar la formación de cristales de hielo en el helado.

**Almacenamiento:** los envases de helado fueron almacenados en un congelador a una temperatura de -22, hasta sus posteriores análisis con el objetivo de preservar su calidad y alargar su vida útil.

## 2.7. Métodos de Análisis

### 2.7.1. *Análisis Fisicoquímico de la Leche*

Para saber si la leche era de buena calidad se realizaron los siguientes análisis: temperatura, grados brix, pH y densidad. Siguiendo los procedimientos descritos por (Ccopa, 2009; Chacón-Villalobos et al., 2013; Inga, 2017). Para la evaluación de la temperatura se utilizó un termómetro de varilla (con un rango de -10 °C a + 200). Para la medición de la densidad se usó un lactodensímetro (KYNTEL).

### **2.7.2. Análisis Fisicoquímicos de las Pulpas de Frutas y Muestras de Helado**

Se determinaron los valores de pH y % de azúcares totales de las frutas en estudio (camu camu y mango), en estado fresco, después de su pasteurización y en producto final, según lo descrito por (Mendoza, 2016) con la finalidad de saber la cantidad exacta de pulpa que se debe agregar a cada formulación y determinar la calidad del helado, ambos análisis se realizaron según lo descrito por, Anchivilca (2019) y Ñahui (2017) respectivamente. Para el análisis de pH se utilizó un pH-metro portátil (HANNA HI991001), el cual fue calibrado con soluciones buffer (4-7 pH) antes de iniciar los análisis, mientras que para la determinación de sólidos solubles totales (SST) se usó un refractómetro de mano (YHEQUIPMEN), siendo calibrado con agua destilada cada vez que se realizaba una nueva medición.

### **2.7.3. Preparación de los Extractos Metanólicos**

Antes de realizar el análisis de capacidad antioxidante se prepararon extractos para cada formulación, los cuales fueron elaborados siguiendo la metodología de Cornelio-Santiago et al. (2019), con algunas modificaciones de acuerdo a las condiciones del laboratorio Figura 23. A continuación, se describe el proceso de elaboración de los extractos metanólicos:

1. Se pesaron 2 g de cada formulación de helado y se les agregaron 2 ml de metanol.
2. Después se homogeneizaron en un agitador Vórtex a 2500 rpm durante 20 minutos.
3. Las soluciones se centrifugaron a 4500 rpm durante 20 minutos.
4. Se retiró el sobrenadante y paso a otro tubo.
5. Posteriormente, al residuo se le volvió a realizar los procedimientos mencionados anteriormente.
6. Ambos sobrenadantes se juntaron en un solo tubo, se agregó 1ml de agua destilada, la solución se agito en un Vórtex a 2500 rpm durante 2 minutos, se centrifugó a 4500 rpm durante 10 minutos.
7. Se obtuvo los extractos metanólicos.
8. Los tubos con los extractos se cubrieron con papel aluminio para evitar su degradación por la luz. Finalmente, estos se almacenaron en refrigeración hasta su posterior utilización.

#### 2.7.4. *Determinación de la Capacidad Antioxidante por el Método DPPH*

Se realizó según el método realizado por, Tian et al. (2018) con algunas modificaciones según la Figura 24 y Figura 25. A continuación, se describe el proceso de determinación de capacidad antioxidante:

1. Se pesó 0.0039 g del reactivo (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) y se preparó una solución de: DPPH a 100 mol y se aforó a 100 ml con etanol absoluto, a partir de esta se preparó otra solución patrón de DPPH al 80 mM.
2. Se determinó la absorbancia de la solución patrón de DPPH al 80 mM a una longitud de onda de 517 nm, la absorbancia de esta solución debe estar entre los 0.89 a 0.90, se utilizó etanol absoluto como blanco.
3. Se rotularon microtubos de 2 ml para evitar confusiones en el procedimiento.
4. Se prepararon diluciones de los extractos en metanol agua (80:20) a concentraciones de (120, 100, 50, 25, 12 y 6 mg/ml) para cada formulación se realizó por triplicado.
5. Las diluciones se homogeneizaron en un agitador Vórtex durante 2 min.
6. En una cubeta se colocaron 100 µl de cada dilución en 2 ml de la solución patrón de DPPH al 80 mM, para cada formulación se realizó por triplicado.
7. Se procedió a realizar las cinéticas de reacción de cada muestra durante 10 minutos a una longitud de onda 517. Se utilizó como blanco 100ul de metanol agua (80:20) en 2 ml de etanol absoluto. Para cada formulación se realizó por triplicado.
8. El % de inhibición del radical DPPH se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Inhibición} = \left( \frac{\text{abs control} - \text{abs muestra}}{\text{abs control}} \right) \times 100$$

**Donde:**

Abs control: absorbancia de la solución DPPH al 80 mM

Abs muestra: absorbancia de la muestra luego de 10min.

## 2.8. Evaluación Sensorial de las Formulaciones de Helado

Las cinco formulaciones de helados fueron sometidas a una prueba de preferencia por ordenamiento de 4 atributos (sabor, textura, color y preferencia general), para la cual se reclutaron 40 panelistas semientrenados de diferentes edades. Los panelistas fueron tesistas, profesores y personal administrativo de la Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura. Las muestras fueron rotuladas con códigos previamente elegidos al azar (Tabla 11), utilizando una tabla de números aleatorios (Figura 27), diseñada por Kendall & Babington-Smith, por ser más eficaz que la selección manual y para evitar generar preferencias por parte de los panelistas hacia los números asignados. Así mismo a cada panelista se le entregó una ficha cata de evaluación sensorial (Figura 28) con instrucciones claras y precisas que no induzcan al error, además se les pidió a los panelistas brindar opiniones críticas adicionales con la finalidad de mejorar a futuro el producto. Los análisis fueron realizados en horarios comprendidos entre las 10:00 am y 12:30 pm dentro del laboratorio de Alimentos funcionales y bioprocesos.

La prueba de preferencia por ordenamiento se realizó según, Cordero-Bueso (2017) y Rogers (2010) se repartió a cada panelista una muestra de helado de entre 80-100 g por cada formulación (F1, F2, F3, F4 y Fcontrol) a una temperatura de -5 °C, servidos en envases previamente codificados (Figura 26). Seguidamente, se les pidió ordenar de forma decreciente según su preferencia los códigos de cada formulación de helado dentro de los recuadros indicados en la ficha cata. Analizando en primer lugar un atributo (sabor) y continuando evaluando de la misma forma los demás atributos (textura, color y preferencia general) (ISO 8587. 2006).

**Tabla 11**

*Códigos asignados a cada formulación de helados*

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Formulación</b>
F1	370	15 mango y 5% camu camu
F2	176	15 mango y 10% camu camu

---

F3	271	20% mango y 5% camu camu
F4	184	20% mango y 10% camu camu
FC (control)	266	Comercial

---

*Nota.* Se procedió asignar códigos con tres números aleatorios a fin de identificarlos indistintamente a cada una de las muestras.

Se le indicó a cada panelista beber un poco de agua o comer una galleta. Según su preferencia, cada vez que degusten una muestra, con la finalidad de que no haya influencia entre las muestras, evitando de esa forma posibles errores en los resultados (Cordero-Bueso, 2017; Ponce, 2014).

Al culminar el análisis sensorial, los datos obtenidos respecto a los atributos: sabor, textura, color y preferencia general, fueron tabulados en una tabla de recolección de datos (Figura 29) para ello se asignó a cada posición una calificación del 1 al 5, en donde a la escala mayor de cada atributo se le asignó el valor 1 y a la escala menor se le dio una valoración de 5 (Rubio & Vilorio, 2020). Así mismo, se procedió a analizar los datos obtenidos mediante un análisis de ordenamiento por rangos, empleando el test de Friedman a una significancia de 5% (Newell & MacFarlane, 1987).

## 2.9. Métodos Estadísticos

Para poder determinar el efecto causado por la adición de pulpas en estudio sobre la capacidad antioxidante de helados. Se utilizó un diseño factorial  $2^2$ , al tener dos niveles en cada uno de los factores. A los datos obtenidos se les realizó una prueba de normalidad con la finalidad de saber si los datos son paramétricos. Para comparar las formulaciones de helado de los valores medios obtenidos de los análisis de capacidad antioxidante, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%, posteriormente al encontrarse diferencias significativas se utilizó el test Tukey según Cruxen et al. (2017), el cual permitió comparar los resultados por medio de la creación de subgrupos, determinando de esta forma la

mejor formulación con mayor capacidad antioxidante. Todos los datos obtenidos fueron procesados, analizados y descritos con ayuda del software estadístico Minitab, Inc., versión 19.0 para Windows y IBM SPSS Statistics, versión 27.0 para Windows (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU). Los gráficos estadísticos fueron elaborados empleando los mismos softwares y el programa Microsoft Excel versión 2019.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Antes de la elaboración de las diversas formulaciones de helados se evaluaron algunas características fisicoquímicas de la leche, mango (*Mangifera indica*), camu camu (*Myrciaria dubia*), pulpas luego de ser pasteurizadas, obteniéndose los siguientes resultados:

#### 3.1. Análisis Fisicoquímicos de la Materia Prima

**Tabla 12**

*Características fisicoquímicas de la leche*

Característica	Unidad	Resultado
Temperatura	°C	19
Azúcares totales	°Brix	8.5
pH	-	6.77
Densidad	g/ cm <sup>3</sup>	1.030

*Nota.* Los valores de pH y densidad estuvieron dentro de los rangos preestablecidos.

La Tabla 12. Muestra que la leche, presentó valores de pH, según lo establecido en la NTP (202.001:2016) quien indica que la leche debe tener un pH (entre 6.6 y 6.8) y densidad de (1.0296 a 1.034) medidos a una temperatura de (16 a 19 °C). Estos datos son similares a lo reportado por, Acaro (2019) quien caracterizo leche fresca proveniente de distintos puntos de la ciudad de Chulucanas, obteniendo valores de densidad (1.030012 a 1.03034), pH (6.65 a 6.68). Otro estudio realizado

por, Guevara (2015) obtuvo los siguientes valores promedio de temperatura (17.4 °C), pH (6.64) y densidad (1.07) en leche proveniente del distrito de Súcota, Cajamarca. Esta variabilidad de datos se debe a múltiples factores como al origen geográfico, raza, dieta y periodo de lactancia de las vacas (Suh, 2022). Es importante conocer estos parámetros, ya que permiten identificar posibles adulteraciones que mayormente se realizan durante las etapas previas al consumo.

**Tabla 13**

*Características fisicoquímicas del mango en estado fresco*

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>
pH	4.67
Azúcares totales (°brix)	15

*Nota.* El mango alcanzó valores altos en cuanto a su contenido en azúcares.

En la Tabla 13. Se evidencia que el mango presenta un elevado contenido de azúcares, los cuales fueron considerados al momento de edulcorar las fórmulas de helados a fin de equilibrar el parámetro de dulzor. Estos valores son distintos a los reportados por, Arreaga & Vinuesa (2010) quienes obtuvieron valores de pH (3.22) y sólidos solubles (8.9) en magos de la variedad Edward, provenientes de la ciudad de Guayaquil Ecuador. Otro estudio realizado por, Cubas (2022) con mangos de la misma variedad (Edward) en estado pintón y maduro presentaron los siguientes valores para pH (3.72 a 4.00; 3.86 a 4.16) y sólidos solubles (13.5 a 13.8; 15.0 a 17.0) respectivamente. Por otro lado, Surco-Laos et al. (2017) encontraron valores menores de pH en mangos de la variedad chato (4), carne (4.04) y rosado (4.29), siendo solamente superados por las pulpas de mango de la variedad chupar (4.77), con respecto a los sólidos solubles todas las variedades; chato (17.4), carne (19.8), rosado (22.2) y chupar (18.7) presentaron valores superiores. De la misma forma, Ramírez et al. (2010) determinaron las características fisicoquímicas de 13 variedades de mango provenientes del municipio mara, estado zulía, Venezuela, se encontraron valores de pH menores en las variedades Sprinfels (3.68), Kent (3.7), Irwin (3.9), Haden (3.91), Palmer (4.18), Manzana (4.22), Valencia (4.24), Zill (4.26), Carrusel (4.27) y Gleen (4.29), mientras que las siguientes variedades;

Tommy (4.33), Ford (4.4), Criollo Mara (4.55) presentaron valores aproximados a los obtenidos en la Tabla 13. Así mismo solo los mangos de las variedades manzana y Haden presentaron valores menores de sólidos totales (14.9), las variedades con mayor contenido de sólidos totales fueron; criollo mara (19.5), Kent (19.4) y carrusel (19.3).

**Tabla 14**

*Características fisicoquímicas del camu camu en estado fresco*

<b>Característica</b>	<b>Resultado</b>
pH	4.92
Azúcares totales (°brix)	4

*Nota.* El camu camu al ser una fruta ácida, no presentó un valor de pH tan bajo.

Según lo observado en la Tabla 14. El camu camu presentó un pH ni tan bajo ni tan alto, pero sí presentó un contenido en azúcares bajo. Estos datos son diferentes a lo reportado por Domínguez (2017) quien al determinar las características fisicoquímicas de las pulpas frescas obtuvo un pH de 2.55 y un contenido de sólidos solubles de (6). Del mismo modo, Torres (2010) obtuvo valores inferiores de pH (2,26) y valores mayores de sólidos solubles (8.31). Otro estudio realizado por, Mendoza (2016) en pulpas frescas de frutos provenientes de la localidad (Aucayacupor) del departamento de Huánuco presentaron valores bajos de pH (2.63) y altos de sólidos solubles (6.10). De igual forma, Terry (2015) encontró valores de pH (2.8) y sólidos solubles (6.30). Por otro lado, Neves et al. (2017) obtuvo valores casi similares de pH (2,87 a 3,34) y sólidos solubles (3,9 a 7,4), en frutos de camu camu provenientes del estado de Roraima, Brasil. Según Ayala (2018), el contenido de sólidos solubles (°brix) varía debido a la gran variedad de genotipos de camu camu existentes en Sudamérica.

**Tabla 15**

*Características fisicoquímicas de las pulpas pasteurizadas*

<b>Característica</b>	<b>Mango</b>	<b>Camu camu</b>
-----------------------	--------------	------------------



pH	4.3	4.4
Azúcares totales(°brix)	16	5

*Nota.* Se muestran los valores de obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados a las pulpas luego de ser pasteurizadas.

El pH y el contenido en azúcares son parámetros que influyen directamente en el sabor dulce y ácido de las formulaciones de helado, por lo que se tuvo que tomar en cuenta al momento del frutado. En esta etapa el pH disminuyó y el contenido en azúcares se incrementó debido a la eliminación de agua. Estos resultados son similares a los obtenidos por, Quintero et al. (2011) quienes elaboraron pulpa de mango tratada enzimáticamente obteniendo valores de pH (3.8) y sólidos solubles de (16.2). De la misma forma, Buevas et al. (2017) indican que los valores de pH y sólidos solubles en pulpa pasteurizada de mango variedad criollo son (4.07 y 16.2) respectivamente. Mientras que para la pulpa de camu camu, Grandez (2020) encontró valores promedio inferiores de pH (2.83 a 2.86) y superiores de sólidos solubles entre (6.9 a 7.03) en pulpas pasteurizadas a diferentes temperaturas (70, 80 y 90 °C) y tiempo (10 a 40 min). Otro estudio realizado por, Zillo et al. (2018) también obtuvieron valores inferiores de pH (2.50 a 2.85) y superiores de sólidos solubles (6.60 a 7.0) en pulpas pasteurizadas almacenadas a distintas temperaturas (28, 5 y -18 °C).

La pasteurización permitió inactivar enzimas, destruir los microorganismos y prolongar la vida útil de ambas pulpas, lo cual se puede comprobar al observar que no hubo una disminución significativa del pH con respecto a los valores de las pulpas frescas, debido a que la presencia de bacterias aerobias facultativas productoras de compuestos ácidos disminuyen significativamente el pH, así mismo su mínima presencia produciría una disminución del contenido de sólidos solubles, dado que estos son utilizados como alimento por este tipo de bacterias. Por otro lado, la inactivación de las enzimas (amilasas) permitió inhibir sus funciones sobre el almidón de las pulpas, evitando de esa manera que el contenido de sólidos solubles aumente significativamente (Gómez-López et al., 2010; Vásquez-Caicedo et al., 2007).

### 3.1.1. Rendimiento de las Frutas en Estudio

**Tabla 16**

*Rendimiento del mango y camu camu*

<b>Especie</b>	<b>Peso inicial (g)</b>	<b>Merma (g)</b>	<b>Peso final (g)</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
<i>Mangifera indica</i>	5948	2212	3736	63
<i>Myrciaria dubia</i>	5949	3290	2659	45

*Nota.* Rendimiento en base a un aproximado de 6kg (mango y camu camu), expresado en porcentaje (%).

Según lo observado en la Tabla 16. El rendimiento de la pulpa de camu (45%) camu fue inferior a la del mango (63%), posiblemente debido a que el camu camu presenta un elevado contenido de agua 94.1% que en comparación del mango 81.71% (Castro, Maddox, & Imán, 2018). Estos valores son similares a los reportados por, Domínguez (2017) quien elaboro pulpa de camu camu con frutos en estado pintón procedentes de Yurimaguas, obteniendo un rendimiento de 45.4%. Sin embargo, Torres, (2010) obtuvo un rendimiento superior del (55.35%) con frutos de camu camu provenientes de la estación experimental central de la Amazonía, ubicada en ecuador. Lo opuesto ocurrió en una investigación desarrollada por, Terry (2015) quien obtuvo un rendimiento de (34.21%) con frutos de camu camu en estado pintón provenientes de un centro de abastos del distrito de magdalena del mar, Lima.

Con respecto al mango, Surco-Laos et al. (2017) encontraron valores casi similares en cuatro variedades de mango: chato 65.32%, carne 66.19%, rosado 67.73% y chupar 57.47% provenientes de la ciudad de Ica. Estos valores presentan variaciones debido al tipo de proceso empleado para obtener las pulpas y al lugar de procedencia de los frutos.

### 3.2. Elaboración de las Distintas Formulaciones de Helado

En la Tabla 17. Se puede apreciar las fórmulas resultantes del diseño experimental propuesto.

**Tabla 17**

*Composición de las diferentes formulaciones de helados*

<b>Ingredientes e insumos</b>	<b>Unidad</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Leche fresca	<b>Lt</b>	4	4	4	4
Leche en polvo	<b>%</b>	2.0	2.0	2.0	2.0
Azúcar	<b>%</b>	23	23	23	23
Estabilizante (CMC)	<b>%</b>	0.28	0.28	0.28	0.28
Pulpa de mango	<b>%</b>	15	15	20	20
Pulpa de camu camu	<b>%</b>	5	10	5	10

*Nota.* La cantidad de leche utilizada fue expresada en (Lt) litros, mientras que los demás insumos se expresaron en porcentajes (%). Dentro del porcentaje de azúcares se incluyó el contenido de azúcares de los frutos.

Cada una de las fórmulas elaboradas fueron envasadas en potes individuales que 100 mL, los mismos que fueron almacenados hasta sus respectivos análisis de características fisicoquímicas, capacidad antioxidante y pruebas sensoriales con panelistas semientrenados.

### 3.2.1. Análisis Fisicoquímicos de las Formulaciones de Helado

**Tabla 18**

*Características fisicoquímicas de las formulaciones de helado*

Formulaciones	Características	
	pH	°brix
F1 (370)	4.53	17
F2 (176)	4.4	18
F3 (271)	4.33	16
F4 (184)	4.24	18
FC (266)	4.11	25

*Nota.* FC: Helado control (comercial). Se observan los valores de pH y °Brix obtenidos luego de la elaboración de las formulaciones.

En la Tabla 18. Se evidencia que la formulación control (helado comercial) presento un menor pH (4.11) y un valor elevado de sólidos solubles (25) en comparación con las demás formulaciones. Además, los altos porcentajes de pulpa de camu camu en las formulaciones F2 (15 y 10%) y F4 (20 y 10%) disminuyeron su pH con respecto a las formulaciones F1 y F3. Asimismo, la combinación con altos porcentajes de pulpa de mango y camu camu incrementaron el contenido de sólidos solubles en comparación de las formulaciones F1 y F3. No obstante, puede evidenciarse que los helados formulados (sin considerarse el helado control) no superaron los 20°Brix y los valores obtenidos de pH se encuentran relativamente bajos, respecto a lo descrito por, Madrid y Cenzano (2003) quienes indicaron que el pH en los helados se encuentra en el rango de 7 a 9. Si embargo, estos valores están dentro de lo establecido en la norma sanitaria 591-2008/MINSA donde hace referencia que para proteger un producto por medio de la acidez se debe tener un valor no mayor de 4.6 pH, lo que evitaría el crecimiento de bacterias patógenas debido a que la mayoría crece en medios con 5.5 y 7.9 de pH.

Por otro lado, López (2020) menciona que 30° Brix es el valor óptimo que debe tener un helado. Así mismo los °Brix le confieren al helado un mejor sabor y cuerpo, Sin embargo, estos valores pueden variar debido a la cantidad de materia prima y variedad de azúcares utilizados para su elaboración, por lo que es importante controlar su contenido por medio de una adecuada formulación, ya que afecta la calidad del helado e influye en la cristalización de la lactosa (Tamime, 2007). Estos resultados concuerdan con lo realizado por, Ismail et al. (2020) quienes elaboraron diversas formulaciones de helados con cáscara de granada (*P. granatum* L.) y jarabe de fruta Doum (*Hyphaene thebaica*) encontrando que al aumentar el porcentaje de ambas materias los valores de pH disminuían (6.50 a 6.21) y los sólidos solubles totales (25.75 a 27.5) aumentaban en comparación de una muestra control (pH 6.7; ° Brix 23). Un estudio realizado por, Bravo & Bravo (2019) en helados con un porcentaje (26.43%) de pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L) obtuvo valores superiores de (32)° Brix y valores inferiores (3.5) de pH. De la misma forma, Anchivilca (2019) encontraron valores de ° Brix entre (27 a 32) y pH (2.9 y 3.4) en helados tipo sorbete elaborados con porcentajes (10, 15 y 20%) de pulpa de tamarindo. Sin embargo, Navarro (2016) encontró valores altos de pH en helados con 25% pulpa de tuna anaranjada (6.65) y 20% pulpa púrpura (6.63). Por otro lado, Grigio et al. (2019) elaboraron paletas con porcentajes (27, 20.8 y 61%) de camu camu obteniendo valores cercanos de pH (3.71 a 4.42) y altos de sólidos solubles (24.63 a 51.30). Así mismo, mencionan que la leche entera y en polvo posiblemente aumentaron el pH, caso que no sucedió en la presente investigación donde los valores pH no aumentaron ni disminuyeron significativamente.

Si bien el pH de los frutos está muy relacionado con el pH de las formulaciones de helado, no se observó que una baja acidez pueda afectar la calidad de las formulaciones, dado que, al utilizar frutos ácidos, estos influyen en los valores finales del pH, así como en los valores establecidos de calidad de un producto final. Según Posada et al. (2012) cuando se tiene valores de pH bajos, el helado adquiere mayor viscosidad y una estructura menos estable, provocando la desestabilización y coalescencia de las micelas de la caseína, además de la desnaturalización de las proteínas presentes en la mezcla (Bajad et al., 2016). A su vez, al utilizar mayor cantidad y variedad de azúcares, el sabor, textura y punto

de congelación del helado se ven afectados. Esto se puede evidenciar en la formulación control (helado comercial) quien al tener elevados niveles de sólidos solubles presento un sabor muy dulce, textura dura y poco viscosa posiblemente debido a que al momento de ser elaborado la formula no fue balanceada correctamente lo que permitió que el helado se cristalice (endurezca) más de lo normal debido al poder anticongelante de los azúcares utilizados, asimismo el uso de leche en polvo adulterada, productos que no son estabilizantes (almidón de maíz o haría de trigo) y al exceso de estabilizantes pueden ser los causantes de la textura viscosa del helado comercial (H. Douglas Goff & Hartel, 2013).

### 3.3.Determinación de la Capacidad Antioxidante de las Muestras de Helado

**Tabla 19**

*Medición de la capacidad antioxidante por el método DPPH*

<b>Pruebas experimentales</b>	<b>Réplicas</b>	<b>Porcentaje de mango (%)</b>	<b>Porcentaje de camu camu (%)</b>	<b>Capacidad de antioxidante (%)</b>
1	1	15	5	81,91
2	1	15	5	81,91
3	1	15	5	81,83
4	2	15	10	90,22
5	2	15	10	89,66
6	2	15	10	90,15
7	3	20	5	83,45
8	3	20	5	84,33
9	3	20	5	83,38
10	4	20	10	88,49
11	4	20	10	86,76
12	4	20	10	86,83
13	5	(*)	(**)	39,76
14	5	(*)	(**)	39,82
15	5	(*)	(**)	40,02

*Nota.* Pruebas experimentales (n= 15) y resultados obtenidos a partir de la determinación de la capacidad antioxidante de las formulaciones de helado, expresados en (% de inhibición). (\*) Se tomó como muestra control un helado comercial que indica contener 15% de mango en su formulación. (\*\*) El helado control no contiene camu camu en su formulación.

Los análisis se realizaron por triplicado para cada tratamiento, obteniéndose 15 pruebas experimentales. Se obtuvo para cada formulación un coeficiente de correlación promedio de (r=0.99). Después de culminar los análisis con respecto a la evaluación de la capacidad antioxidante de las 4 formulaciones de helados más un control (helado de mango), se obtuvieron los datos descritos en la Tabla 19. Antes de evaluar el efecto de la incorporación de ambas frutas (mango y camu camu) en la capacidad antioxidante del helado, a los datos obtenidos mediante una estadística descriptiva se les calculó la media, desviación típica, mínimo y máximo en base a la variable dependiente con la finalidad de organizar y describir los datos. Así mismo, con el objetivo de encontrar diferencias significativas entre las formulaciones de helados se realizó un análisis de varianza al ( $p \leq 0,05$ ) Tabla 20. Al encontrarse diferencias significativas se aplicó el test de tukey determinando de esa forma la formulación con mayor contenido de capacidad antioxidante Figura 11 y Tabla 21.

**Tabla 20**

*Análisis de varianza de un factor capacidad antioxidante*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter- grupos	(Combinados)	5,170,639	4	1,292,660	4,777,131	0,000
	Término	2,254,200	1	2,254,200	8,330,582	0,000
	Contraste lineal	Desviación 2,916,439	3	972,146	3,592,647	0,000
Intra-grupos		2,706	10	0,271		
Total		5,173,345	14			

*Nota.* Se observa que las formulaciones de helados presentan diferencias en su capacidad antioxidante y en los estadísticos evaluados.

**Tabla 21**

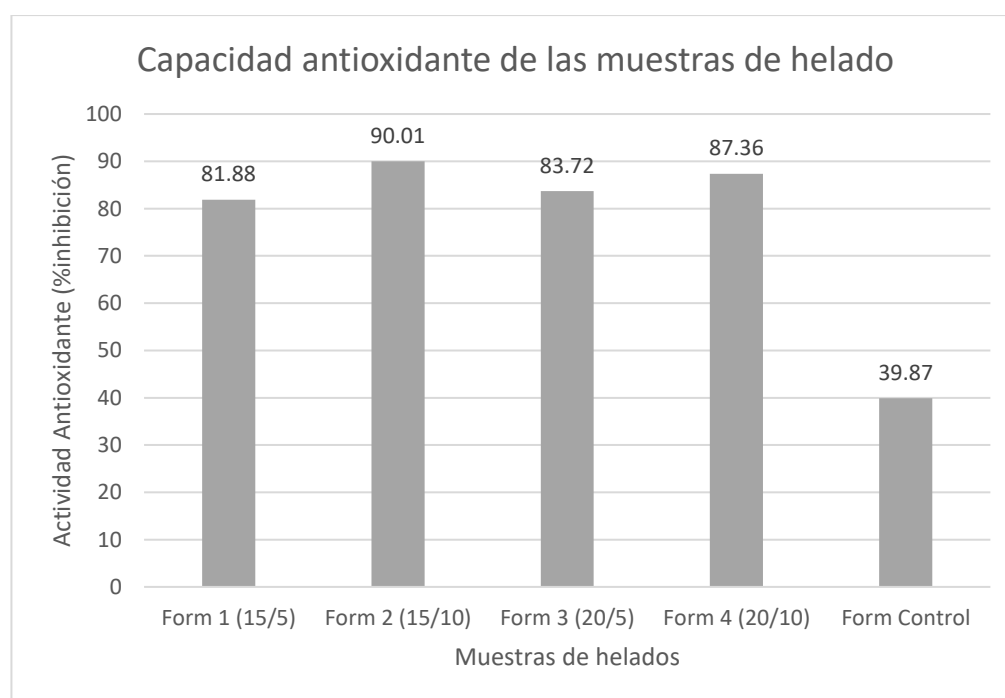
*Valores de capacidad antioxidante de las muestras de helado*

Tratamiento	Formulacion	Capacidad antioxidante*	Sig.
F1	15% <sup>1</sup> y 5% <sup>2</sup>	81.88 ± 0.05 <sup>d</sup>	0.000
F2	15% <sup>1</sup> y 10% <sup>2</sup>	90.01 ± 0.01 <sup>a</sup>	
F3	20% <sup>1</sup> y 5% <sup>2</sup>	83.72 ± 0.53 <sup>c</sup>	
F4	20% <sup>1</sup> y 10% <sup>2</sup>	87.36 ± 0.98 <sup>b</sup>	
FC	comercial	39.87 ± 0.14 <sup>e</sup>	

*Nota.* Resultados expresados como media ± desviación estándar. \*Expresado como % de inhibición.<sup>1</sup> porcentaje de mango. <sup>2</sup> porcentaje de camu camu. Las medias con diferentes superíndices son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

**Figura 11**

*Porcentaje de inhibición del radical de cada muestra de helado*



*Nota.* Porcentajes de inhibición de los helados adicionados con diferentes (%) de pulpas de frutas (camu camu y mango) ante el radical DPPH.

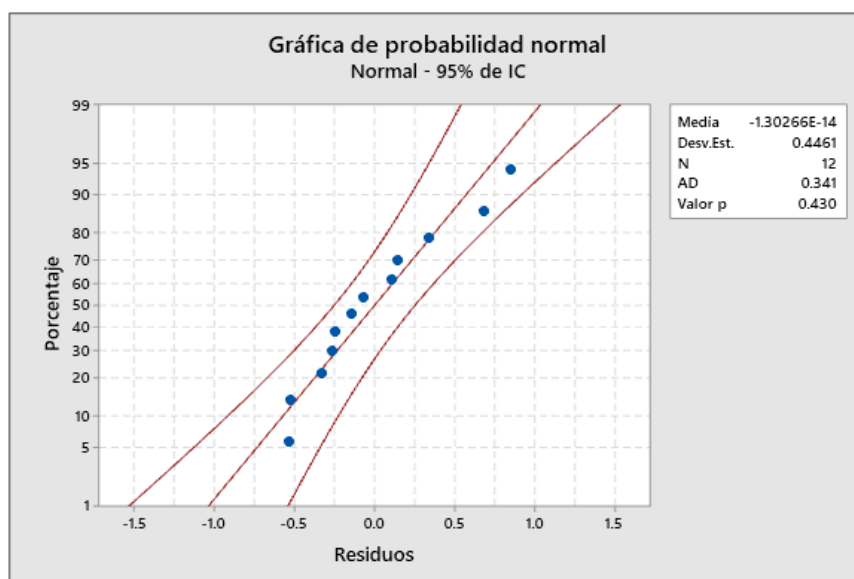


En la Figura 11. Se observa que la formulación F2 (15% y 10%) alcanzo a inhibir un 90% de radicales libres en promedio, seguidos de la formulación F4 (20% y 10%) con un 87% de inhibición.

Posteriormente, con ayuda del software Minitab 19, se procedió a verificar si los datos obtenidos siguen o no una distribución normal (prueba de probabilidad normal) con el objetivo de establecer o elegir la prueba estadística adecuada para analizar los datos. La prueba de hipótesis estadísticas se realizó a un nivel de significancia de 0.05 o 5%, la cual permitió identificar el valor  $p$  válido. Obteniéndose los siguientes resultados:

### Figura 12

*Gráfica de probabilidad normal de capacidad antioxidante*



*Nota.* Se observa que los datos presentan una distribución normal al tener un valor  $p$  superior al ( $p < 0.005$ ).

**$H_0$ :** Los datos siguen una distribución normal.

**$H_1$ :** Los datos no siguen una distribución normal.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) = **0.05** = 5%

En la Figura 12. Los datos están relativamente cerca de la línea de distribución normal ajustada. El valor  $p = 0.430$  es mayor que el nivel de significancia de 0.05,

no se puede rechazar la hipótesis nula, en conclusión, los datos siguen una distribución normal y no presentan mucha variabilidad en los resultados.

Al comprobar que los datos siguen una distribución normal se procedió a realizar con ayuda del software IBM SPSS Statistics, una prueba paramétrica (análisis de varianza o ANOVA) en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

**Prueba paramétrica:** Analisis de varianza (ANOVA)

**Tabla 22**

*Análisis de varianza para capacidad antioxidante pruebas de los efectos inter-sujetos*

<b>Origen</b>	<b>Suma de cuadrados tipo III</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Modelo corregido	5170,639 <sup>a</sup>	4	1292,660	4777,131	0,000
Intersección	74193,750	1	74193,750	274189,128	0,000
Mango	,496	1	,496	1,834	0,206
Camu_camu	103,841	1	103,841	383,752	0,000
Mango *	15,098	1	15,098	55,795	0,000
Camu_camu					
Error	2,706	10	0,271		
Total	93113,224	15			
Total corregida	5173,345	14			

*Nota.* a. R cuadrado = ,999 (R cuadrado corregida = ,999). Se observa que los valores p del (%) de comu camu y la combiacion de ambas pulpas son menores al valor ( $p < 0.005$ ).

Las hipótesis son:

**$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$** , todas las medias (promedios) de la capacidad de antioxidante son iguales.

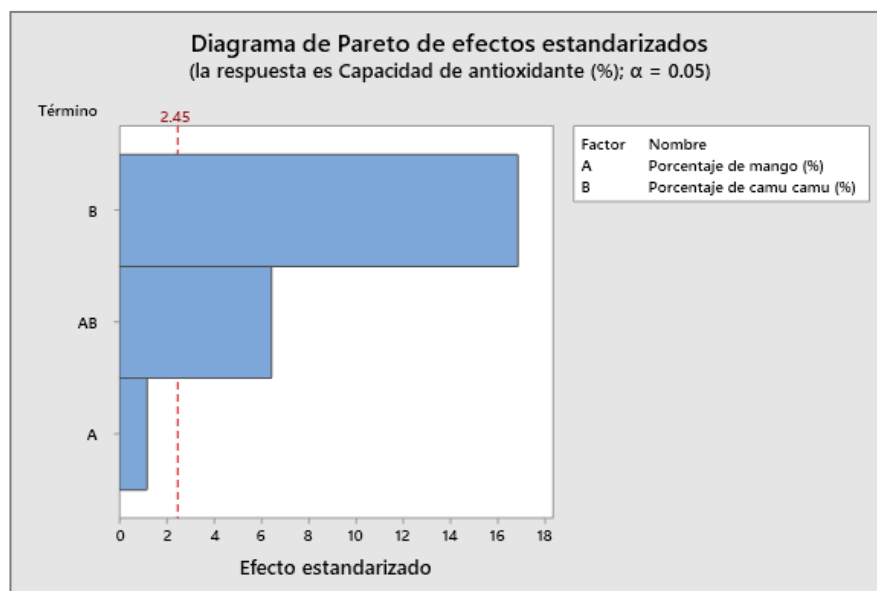
**$H_1: \tau \neq 0$** , por lo menos una media es diferente.

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) = **0.05**

En la Tabla 22. El Valor  $p < 0.05$ . Se evidencia que, las medias de los tratamientos difieren, siendo el porcentaje de camu camu y la combinación del porcentaje de mango y camu camu los que influyen de manera significativa en la capacidad de antioxidante de los helados. Esto se puede evidenciar de una mejor forma mediante el diagrama de Pareto Figura 13, la cual permitió representar que tan influyentes son los factores en base a la variable dependiente evaluada, así mismo esta fue generada con ayuda del software estadístico Minitab 19:

**Figura 13**

*Diagrama de Pareto de efectos estandarizados*



*Nota.* Factor A y la combinación de ambos factores (AB) presentaron diferencias significativas ( $p < 0.005$ ), al superar el valor crítico de (2.45).

En la Figura 13. Se puede observar que los factores estandarizados: porcentaje de camu camu (B) y la combinación del porcentaje de mango (A) con porcentaje de camu camu (B) evidencian un efecto de mayor proporción o significativo en la capacidad antioxidante a diferencia del efecto del porcentaje de mango (A) a un nivel de confianza del 95%. Concluyéndose que la adicción de pulpa de mango tiene un efecto mínimo, siendo la pulpa de camu camu la que aporta mayor capacidad antioxidante a los helados. Esto es coherente, según lo reportado por, Kuskoski et al. (2005) quienes determinaron la capacidad antioxidante (TEAC) de diversas pulpas comerciales de frutos congelados de mayor consumo mediante tres

métodos (DPPH, ABTS y DMPD), entre las cuales para el mango se obtuvo los siguientes resultados: 13.7; 11.8 y 24.3  $\mu\text{mol/g}$  respectivamente. De la misma forma, Ma et al. (2011) determinaron el potencial antioxidante de ocho genotipos de mango (Jinhuang, Tainong 1, Guifei, Ao, Xiaoji, Fengshunwuhe, Mallika y Irwin) mediante diversos métodos (DPPH, ABTS, ORAC, FRAP, SASR y MCC) encontrado valores entre 461 a 2930  $\mu\text{M}$  con el método DPPH y valores entre 600 y 1551  $\mu\text{M}$  con el método ABTS, para el método ORAC se encontraron valores entre 3248 a 8545  $\mu\text{M}$ , siendo Tainong 1 el genotipo con mayor capacidad antioxidante entre estos métodos, con el método FRAP se encontraron valores 910,421 a 6,769,478  $\mu\text{M}$ , en donde el genotipo Guifei presento mayor capacidad de reducir iones férricos, así mismo para el método SASR se determinó que la variedad Tainong 1 presento valores altos de inhibición de radicales superóxido cercanos al 100%, finalmente para el método MCC se obtuvieron valores entre 19,35% a 67,26% donde la variedad Mallika alcanzo porcentajes altos de capacidad quelante. En esa misma línea, Corrales-Bernal et al. (2014) mediante el método DPPH encontraron valores de (5523,6 a 6471,5  $\mu\text{M}$ ) en genotipos de la variedad mango de azúcar en tres estados de madurez, estos valores son superiores a los descritos con anterioridad. Sin embargo, para el método FAP se obtuvieron datos inferiores (480,1 a 525,5 mg AA/g). Otro estudio realizado por, Bazalar (2018) empleando el método DPPH obtuvo valores similares 23.7mM/g de (TEAC) en pulpas de mango provenientes de ciudad de Tanbogrande, Sullana. Por otro lado, un estudio realizado por, Surco-Laos et al. (2017) quien determino la capacidad de inhibición de la pulpa fresca de diversas variedades de mango (chato, carne, rosado y chupar) mediante el método DPPH, obtuvo los siguientes resultados 32.26, 61.69, 32.05 y 40.08% respectivamente.

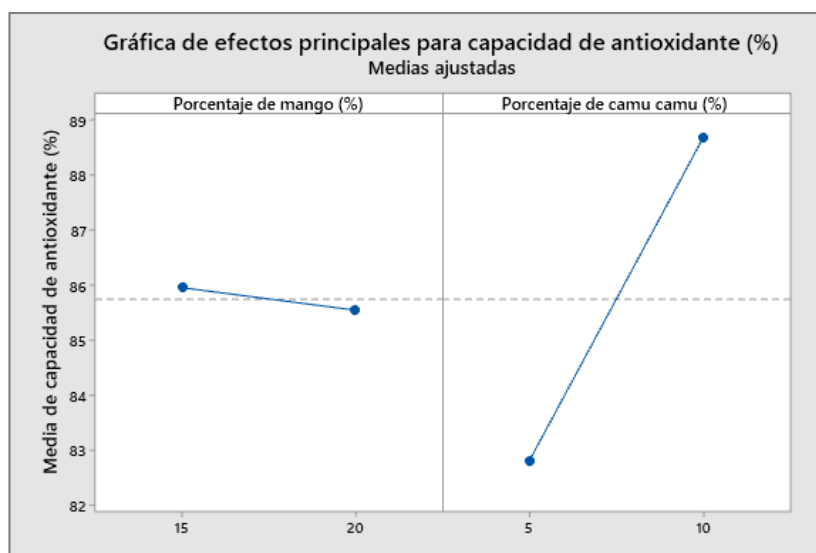
Con respecto al camu camu, Caisahuna (2012) obtuvo porcentajes de inhibición mediante el método DPPH de (78.46 y 89.97%) en frutos con estado de maduración (pintón y maduros) respectivamente, provenientes de la ciudad de Satipo. Así mismo, Castañeda et al. (2008) empleando el mismo método encontraron valores superiores de inhibición (98.09%). Por otro lado, Neves et al. (2015) encontraron valores altos, empleando los métodos DPPH (5159.50  $\mu\text{mol}$ ) y ORAC (5036.5  $\mu\text{mol}$ ), en pulpa de frutos cosechados 88 días después de la antesis. Otro estudio realizado por, Ortiz & Ccoñas (2018) encontraron valores inferiores de inhibición

(52.82%) por medio del método DPPH en pulpa concentrada al 75% en gua CSP de frutos provenientes del departamento de Ucayali. Estos valores bajos, según Fujita et al. (2015) y Neves et al. (2015) se deben a la intervención climática, condiciones del suelo y al estado de maduración del fruto, quien al superar la etapa intermedia de maduración (coloración verde-rojiza) disminuye gradualmente su contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante. Relacionándose con lo realizado por, Chirinos et al. (2010) quienes determinaron la capacidad antioxidante por el método DPPH de frutos de (camu camu) en tres estados de maduración (verde, semimaduro y maduro) encontrando valores de (153,185 y 167  $\mu\text{mol TE/g}$ ) respectivamente. Por lo tanto, se evidencia que los efectos hallados en esta investigación podrían deberse a la elevada actividad antioxidante que le confiere la pulpa de camu camu al helado.

Con la finalidad de determinar las dosis óptimas con las que se puedan obtener mayores niveles de capacidad antioxidante, se realizó una gráfica de efectos principales, con ayuda del software Minitab 19.

**Figura 14**

*Gráfica de efectos principales para capacidad antioxidante*



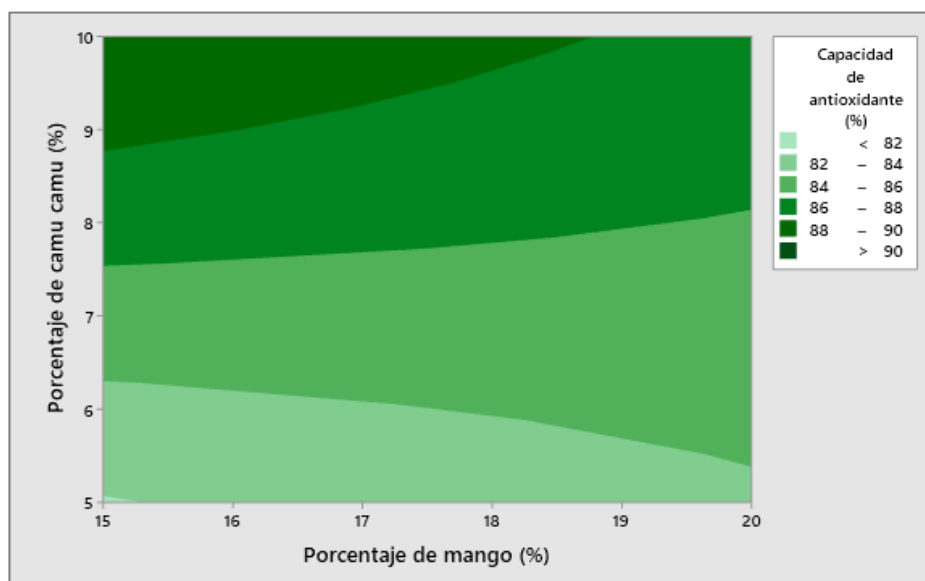
*Nota.* Se representan el promedio de las mediciones de capacidad antioxidante al emplear porcentajes altos y bajos de pulpa de camu camu y mango.

En la Figura 14. Se observa que el porcentaje de mango en su nivel más bajo (15 %) presenta como resultado una mayor capacidad de antioxidante, mientras que el porcentaje de camu camu en su nivel más alto de 10 % presenta como resultado una mayor capacidad antioxidante. Además, se puede observar que al aumentar los porcentajes de pulpa de mango (>15%) la capacidad antioxidante de las formulaciones de helados disminuye. Por lo tanto, si se quiere elaborar una formulación de helado que presente mayor capacidad antioxidante, esta debe contener 15% de mango y 10% de camu camu.

Finalmente, el mismo software genero la gráfica de contorno Figura 15. En base a los datos obtenidos mediante una simulación, mostrándose cómo se deberían proyectar los datos de la capacidad antioxidante entre los rangos (5 a 10 y 15 a 20) trabajados. Con la finalidad de mostrar la simulación de todas las combinaciones posibles entre ambos factores, para que futuras investigaciones puedan trabajar con otras dosis o porcentajes de pulpas de frutas que se encuentren dentro de los rangos establecidos en esta investigación.

### Figura 15

Gráfica de contorno de capacidad antioxidante vs. % de mango; % de camu camu



*Nota.* Se observa todas las combinaciones posibles entre ambos factores con las que se puede obtener un mayor porcentaje de capacidad antioxidante.

En la Figura 15. Se observa que para obtener una capacidad de antioxidante del 88 % al 90 % se debe de tener un porcentaje de mango del 15 % al 18 % con un porcentaje de camu camu del 9 % al 10 %.

### 3.4.Evaluación Sensorial de las Formulaciones de Helado

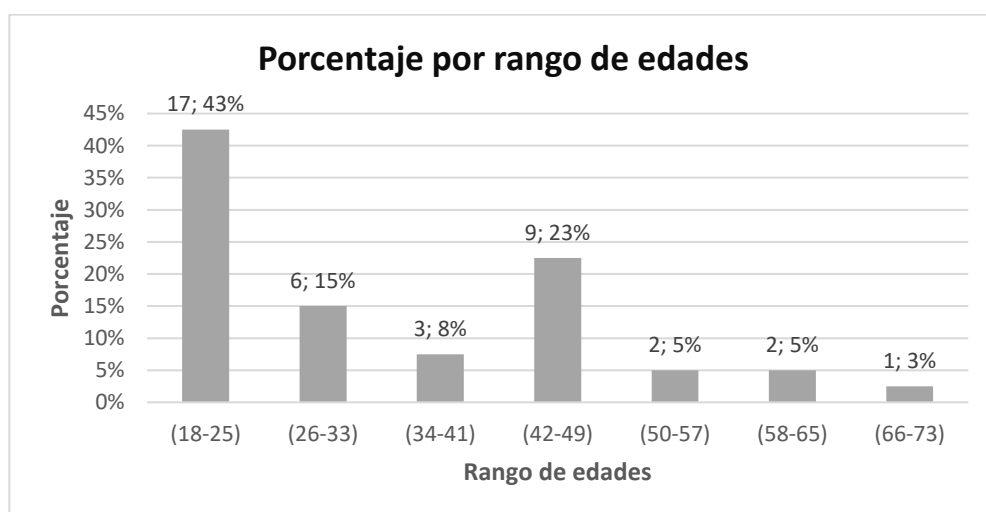
Para llevar a cabo la prueba de ordenamiento de las formulaciones de helados se acondicionaron dos aulas, con ventilación, iluminación natural, sin ruido y colores claros. Así mismo, en el desarrollo de esta prueba no se reportaron incidentes significativos que puedan afectar o interferir en la ejecución de esta evaluación.

#### 3.4.1. Reclutamiento de Catadores

Con la finalidad de que los datos sean de mejor calidad se reclutaron un total de 40 personas, todos ellos tesisistas, profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Frontera, a quienes se les preparó previamente mediante una charla de inducción (Rogers, 2010; Rubio & Vilorio, 2020; Zuluaga, 2017). Todos los jueces semientrenados respondieron una ficha de evaluación sensorial (Figura 28) obteniéndose los siguientes resultados:

**Figura 16**

*Porcentaje por rango de edades de los jueces semientrenados*

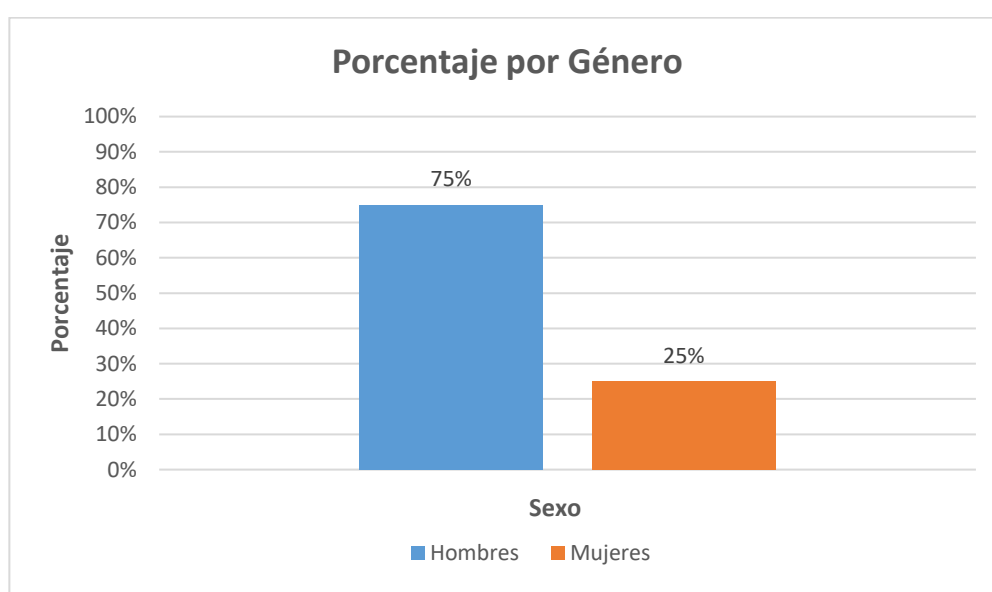


*Nota.* Esta figura muestra el número y porcentaje de personas pertenecientes a un determinado rango de edades.

Como se observa en la Figura 16. Del total de panelistas semientrenados que participaron en esta prueba sensorial, el 43% tienen una edad comprendida entre los 18 y 25 años, un 23% se encuentra entre los 42 y 49 años, un 15% tiene entre 26 y 33 años, mientras que solo un 8% tiene una edad entre los 34 y 41 años, Así mismo las personas mayores de 66 años representaron solo el 3% del total de encuestados.

### Figura 17

*Porcentaje de jueces semientrenados según su género*



*Nota.* Jueces semientrenados del sexo masculino (n= 29) y femenino (n= 11) que participaron en la evaluación sensorial.

Con respecto al género, en la Figura 17. Se puede observar que del total (n= 40) de encuestados el 75% fueron hombres y el 25 % restante fueron mujeres.

#### **3.4.2. Prueba de Ordenamiento de las Formulaciones de Helado**

Luego de tabular los datos y asignarles su respectiva calificación se procedió a sumar el total de los valores de cada formulación. Para determinar las diferencias significativas entre diversas muestras y un control se comparó los valores totales con los datos establecidos en la tabla (Figura 30) “Diferencia de sumatoria ordinal crítica para tratamientos contra control dos colas. Comparaciones al nivel de



significancia del 5%” propuesta por (Newell & MacFarlane, 1987). Para 5 tratamientos y 40 panelistas se obtuvo un  $p < 0.05$  de 35.

### **Atributo sabor**

Se procedió a realizar diferencias entre las diversas formulaciones contra el control, para su posterior comparación con el valor crítico obtenido de la tabla (Figura 30):

$$F1 - FC = 90 - 78 = 12 < 35$$

$$F2 - FC = 149 - 78 = 71 > 35$$

$$F3 - FC = 115 - 78 = 37 > 35$$

$$F4 - FC = 168 - 78 = 90 > 35$$

Si el valor obtenido en la diferencia es mayor o igual al valor crítico, significa que entre las muestras y el control hay diferencias significativas.

### **Tabla 23**

*Relación de la sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo sabor*

	<b>Formulaciones</b>				
Muestra	F1 (370)	F2 (176)	F3 (271)	F4 (184)	FC (266)
Suma de rangos	90 <sup>b</sup>	149 <sup>a</sup>	115 <sup>c</sup>	168 <sup>d</sup>	78 <sup>b</sup>

*Nota.* Suma de rangos con distintos superíndices (a, c, d) son  $p < 0.005$

Por lo tanto, de la Tabla 23. Se puede inferir que la formulación F1 no es significativamente diferente al control ( $p \geq 0,05$ ), sin embargo, entre las formulaciones F2, F3 y F4 si hay diferencias significativas a un nivel de significancia del 5% con respecto al control. Es decir, que en la formulación (F1) no se percibió diferencias significativas, ya sea si esta es más dulce o menos dulce con relación al control. Las formulaciones (F4, F3 y F2) fueron percibidas significativamente menos dulces que el control (FC), siendo la formulación F4 la menos dulce que las demás formulaciones.

### Atributo textura

Tras realizarse las diferencias entre las diversas formulaciones contra el control y su posterior comparación con el valor crítico obtenido de la tabla (Figura 30) se obtuvieron los siguientes datos:

$$F1-FC=103 - 160= 57 > 35$$

$$F2-FC= 92 - 160 = 68 > 35$$

$$F3-FC= 99 - 160= 61 > 35$$

$$F4-FC= 146 - 160=14 < 35$$

### Tabla 24

*Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo textura*

Formulaciones					
Códigos	F1 (370)	F2 (176)	F3 (271)	F4 (184)	FC (266)
Suma de rangos	103 <sup>c</sup>	92 <sup>a</sup>	99 <sup>d</sup>	146 <sup>b</sup>	160 <sup>b</sup>

*Nota.* Suma de rangos con distintos superíndices (a, c, d) son  $p < 0.005$

A partir de los datos observados en la Tabla 24. Se puede deducir que las formulaciones F1, F2 y F3 presentaron diferencias significativas en comparación con el control (FC) a un nivel de significancia del 5%. Así mismo, se observa que la formulación (F4) no presentó diferencias significativas ante el control (FC). Por lo tanto, esto significa que las formulaciones F1, F2 y F3 fueron significativamente percibidas como muy suaves que, a diferencia del control, donde la formulación F2 fue la más suave (cremoso) que las demás. En la formulación F4 no se percibieron diferencias significativas, independientemente de que esta sea más suave o menos suave con relación a la formulación control.

### Atributo color

A continuación, se observan los datos obtenidos tras realizarse las diferencias entre las diversas formulaciones contra el control y su posterior comparación con el valor crítico obtenido de la tabla (Figura 30):

$$F1-FC=138 - 40= 98 > 35$$

$$F2-FC= 165 - 40 = 125 > 35$$

$$F3-FC= 107 - 40 = 67 > 35$$

$$F4-FC= 150 - 40 = 110 >35$$

**Tabla 25**

*Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo color*

<b>Formulaciones</b>					
Códigos	F1 (370)	F2 (176)	F3 (271)	F4 (184)	FC (266)
Suma de rangos	138 <sup>a</sup>	165 <sup>c</sup>	107 <sup>d</sup>	150 <sup>e</sup>	40 <sup>b</sup>

*Nota.* Suma de rangos con distintos superíndices (a, c, d, e) son  $p < 0.005$

Según los datos de la Tabla 25. Se puede observar que las formulaciones F1, F2, F3 y F4 presentaron diferencias significativas, a un nivel de significancia del 5% en comparación con el control. Es decir, todas las formulaciones (F1, F2, F3 y F4) fueron percibidas como menos coloridas que en comparación a la formulación control. Donde la formulación F2 fue la menos colorida que a diferencia de las demás formulaciones.

#### **Atributo preferencia general**

Después de realizarse las diferencias entre las diversas formulaciones contra el control, para su posterior comparación con el valor crítico obtenido de la tabla (Figura 30) se obtuvieron los siguientes resultados:

$$F1-FC=164 - 145= 19 <35$$

$$F2-FC= 125 - 145 = 20 < 35$$

$$F3-FC= 81 - 145 = 64 >35$$

$$F4-FC= 85 - 145= 60 >35$$

**Tabla 26**

*Sumatoria de los rangos de cada formulación para el atributo preferencia general*

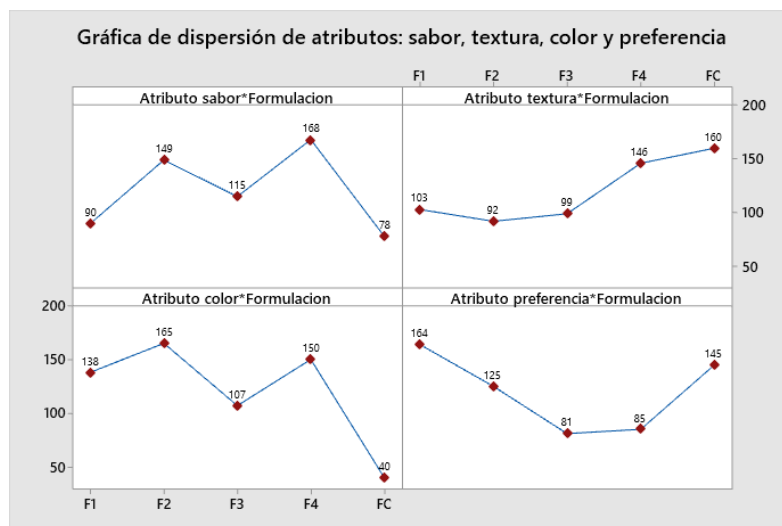
<b>Formulaciones</b>					
Códigos	F1 (370)	F2 (176)	F3 (271)	F4 (184)	FC (266)
Suma de rangos	164 <sup>b</sup>	125 <sup>b</sup>	81 <sup>a</sup>	85 <sup>c</sup>	145 <sup>b</sup>

*Nota.* Suma de rangos con distintos superíndices (a, c) son  $p < 0.005$

La Tabla 26. Muestra que las formulaciones F1 y F2 no presentaron diferencias significativas contra el control, a un nivel de significancia del 5%. Mientras que si se encontró diferencias significativas ( $p < 0.005$ ) entre el control y las formulaciones F3 y F4. En resumen, para las formulaciones F1 y F2 no se observaron diferencias significativas, ya sea si estas son más o menos preferidas que la formulación control. Así mismo, las formulaciones F3 y F4 fueron significativamente más preferidas que en comparación de la formulación FC, siendo la formulación F3 la más preferida, seguida de la formulación F4.

**Figura 18**

*Gráfica de dispersión de los atributos evaluados*



*Nota.* Se muestra de forma resumida la dispersión de los resultados obtenidos de la evaluación sensorial en base a cada atributo y a las formulaciones de helados.

En resumen: según resultados obtenidos en la prueba de ordenamiento Figura 18. Se puede observar que la formulación control fue clasificada como la más dulce, la más colorida y menos suave que a diferencia de las demás formulaciones, asimismo la formulación F3 (20% mango y 5% camu camu) fue la más preferida por los panelistas seguida de la formulación F4. No obstante, la formulación F4 (20% mango y 10% camu camu) fue percibida como la menos dulce. Así mismo para el atributo textura no se encontraron diferencias significativas en comparación con la formulación control, esto puede estar relacionado con su valor de pH (4.24) dado que si este valor disminuye influye en la estabilidad de la

mezcla y ocasiona una leve reducción en el sabor por causa de la desestabilización de las micelas de la caseína, además debido a que la acidez y el tiempo de fusión están relacionados, al momento de elaborar helados con porcentajes altos de frutas ácidas es necesario que sean congelados a temperaturas más bajas con la finalidad de impedir la fusión de la mezcla (Bajad et al., 2016; Curti et al., 2021).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, están relacionados con lo descrito por, Curti et al. (2021) quienes demostraron que adicionar diversos porcentajes de pulpa de camu camu (20, 24 y 26%) aumenta la capacidad antioxidante de helados de leche, esto fue comprobado mediante 3 métodos (DPPH, ABTS y FRAP), para el método DPPH se encontraron valores de 238.82 a 270.76 ( $\mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}^{-1}$ ), así mismo, para los métodos ABTS y FRAP la formulación con 24% de pulpa presento una mayor capacidad antioxidante (818.01, 727.58  $\mu\text{mol TEAC} / 100 \text{ g}^{-1}$ ) respectivamente, que a diferencia de las demás formulaciones. No obstante, al observarse el efecto que tiene la pulpa de camu camu sobre la capacidad antioxidante de los helados, no fue posible realizar la comparación debido a que los resultados de la presente investigación fueron expresados en porcentajes de inhibición. Mientras que en el análisis sensorial los panelistas indicaron que prefieren helados con un mayor contenido de azúcar y de extracto seco desgrasado, así como también con porcentajes de pulpa inferiores a 24%. Lo contrario sucedió con, Grigio et al. (2019) quienes elaboraron 5 formulaciones de paletas con pulpa de camu camu a concentraciones de (T1 y T2: 27%, T3 y T4: 20.8%; T5: 61%), encontrando que la formulación T3, T4 y T5, recibieron las mejores puntuaciones en cada atributo evaluado (apariencia, color, sabor, textura). Por su parte, Czaikoski et al. (2016) formularon helados tipo sorbete con pulpa de mango (Tommy Atkins) a concentraciones de 0%, 40% y 80%, al realizar el análisis sensorial encontraron que el helado con 40% de pulpa de mango fue el más aceptado por los panelistas. En consecuencia, se puede inferir que en la actualidad existe una tendencia a consumir helados con alto contenido de pulpas de frutas, debido a que estos son más refrescantes y proporcionan los mismos compuestos bioactivos y nutrientes presentes en estos frutos.

Los resultados demuestran que la incorporación de pulpa de mango y camu camu mejoran significativamente la capacidad antioxidante de los helados, A pesar de

ello, no se encontraron suficientes estudios relacionados con el efecto de la incorporación de ambas pulpas, ya sea solas o en combinación sobre la capacidad antioxidante de diversos tipos de helados. No obstante, se encontró información referente al tema empleando otros frutos. Así como lo indica, De Oliveira et al. (2021) la combinación de pulpa de umbú (*Spondias tuberosa*) al 20% con bacterias lácticas autóctonas del queso de cabra, influyo significativamente en la capacidad antioxidante de helados simbióticos elaborados a base de leche de cabra, el cual presento porcentajes altos de captación de radicales libres tanto para los métodos DPPH (86.84, 84.18 y 82.72%) y ABTS (89.84, 87.80 y 85.83%) durante los días 0, 45, 60 de almacenamiento. Así mismo presento una mayor aceptabilidad (64.28 %), además fue calificada como la más sabrosa, la más preferida y con la mayor intención de compra por parte de los panelistas. Sin embargo, Cruxen et al. (2017) demostró que el helado adicionado con pulpa de *Butia odorata* al (30, 40 y 50 %), presentaron porcentajes bajos de captación de radicales libres (17.6, 20.5 y 23.8 %) mediante el método DPPH. Así mismo, la incorporación de bacterias probióticas *B.lactis* (BI-04) y 40% de pulpa no aumentaron significativamente la capacidad antioxidante durante el procesamiento y almacenamiento. Pero la combinación de ambas le confirió al helado una mayor aceptabilidad con respecto a los atributos (color, sabor, textura y calidad general) y una alta intención de compra (84%). Por lo tanto, se puede deducir que la actividad antioxidante de los helados aumenta al adicionar mayores concentraciones de pulpas de frutas. Si bien en la presente investigación no se evaluó el contenido fenólico total y el contenido de flavonoides, el aumento de la actividad antirradical posiblemente se deba a la alta presencia de estos compuestos bioactivos dentro de las muestras, quienes tienen la capacidad de donar átomos de hidrógeno, así como también podría deberse al tipo de solvente utilizado para la extracción (Brewer, 2011; Gao et al., 2014).

Por otro lado, Karaman et al. (2014) al incorporar puré de caqui (*Diospyros lotus L.*) a concentraciones de (8, 16, 24, 32 y 40%) en helados, encontró valores altos de captación de radicales libres (27 a 42%) en muestras extraídas con acetona: agua (80:20) que a diferencia de las muestras extraídas con metanol: agua (80:20) donde se obtuvieron valores entre (14 y 23%). Para la evaluación sensorial, la formulación con 24% de pure de caqui fue la más aceptada. No

obstante, Gheisari et al. (2020) evidencio que la sustitución parcial de azúcar granulada por pulpa de dátil (*Phoenix dactylifera*) al 50% en helados, aumento el porcentaje de captación de radicales libres en (41.45%) que a diferencia de las formulaciones sustituidas total y parcialmente por azúcar líquida de dátil (34.80 y 18.14%) respectivamente. Todas las formulaciones alcanzaron porcentajes altos de aceptabilidad. Así también, Topdaş et al. (2017) menciona que la adición de pasta de cereza cornalina (*Cornus mas L.*) a concentraciones de (0, 5, 10 y 15%) puede proporcionar una mejor capacitación de radicales libres y mejorar significativamente sus propiedades sensoriales. De la misma forma, Gabbi et al. (2018) encontró valores de captación de radicales libres entre (4.2 a 22.6%) en helados adicionados con porcentajes (0, 2, 4, 6 y 8%) de pasta de Jengibre (*Zingiber officinale*). Por otro lado, Ürkek et al. (2019) menciona que el helado adicionado con 15% de pulpa de bayas de endrino (*Prunus spinosa L.*) presento una elevada capacidad antioxidante (44.35  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) utilizando el método DPPH.

Según Gao et al. (2014) indican que la utilización de agua destilada para la extracción de compuestos fenólicos es más eficaz que utilizar metanol y acetona. Sin embargo, en esta investigación se obtuvieron valores altos de captación de radicales libres en extractos elaborados con metanol: agua (80:20) lo cual coincide con lo descrito por, Wang et al. (2008) quienes plantean que las mezclas acuosas de metanol y acetona permiten realizar una eficaz extracción de los compuestos fenólicos que en comparación a su utilización en estado puro, permitiendo obtener valores altos de capacidad antioxidante al llegar a extraer una mayor cantidad de compuestos fenólicos. La variabilidad de los datos de las investigaciones antes mencionadas con respecto a la capacidad antioxidante según el tipo de disolvente es causada por los compuestos fenólicos presentes en los frutos los cuales tienen diferente solubilidad (Gao et al., 2014). De la misma forma, el contenido de estos compuestos varía según la variedad y etapa de maduración de la materia prima utilizada. Esto nos indica que, dependiendo de la variedad, etapa de maduración del fruto, así como del tipo de solvente utilizado y de las técnicas eficientes para la obtención de los extractos, se pueden obtener resultados mejores de capacidad antioxidante. Además, el uso de probióticos en formulaciones de helados adicionados con pulpas de frutas permitiría mejorar su aceptabilidad en más de un 60%.

#### IV. CONCLUSIONES

- Se lograron elaborar 4 formulaciones de helados utilizando diversos porcentajes de pulpa de mango (15 y 20%) y camu camu (5 y 10%), las cuales fueron analizadas junto con una formulación control (helado comercial).
- En el análisis de la capacidad antioxidante de las distintas muestras de helado formuladas con pulpa de mango y camu camu evidenció un aporte significativo en la capacidad antioxidante en aquellas formulaciones que contenían camu camu cercano al 10%, siendo el mango un fruto que también le confiere capacidad antioxidante en menor proporción.
- Mediante la prueba de ordenamiento se compararon los atributos dulzor, textura, color y preferencia general de las diversas formulaciones de helados con un control (helado comercial), encontrándose diferencias significativas en las formulaciones F3 y F4 para el atributo preferencia general, de la misma manera con respecto al atributo color todas las formulaciones (F1, F2, F3 y F4) presentaron diferencias significativas, mientras que las formulaciones F1 y F4 no presentaron diferencias significativas para los atributos sabor y textura respectivamente.
- Las formulaciones con un mayor contenido de pulpa F3 (20% mango y 5% camu camu) y F4 (20% mango y 10% camu camu) fueron las más preferidas. Sin embargo, la formulación control fue clasificada como la más dulce, menos suave (no cremoso) y más colorida, posiblemente debido a que estos son fabricados con alta cantidad de azúcares, colorantes artificiales, así mismo su textura pudo verse afectada por un mal balance de su fórmula, por tener un proceso de batido lento o por usar estabilizantes de mala calidad, estos resultados están muy relacionados con su bajo índice de preferencia por parte de los panelistas.
- A pesar de que la formulación F3 con adición de pulpas de mango (20%) y camu camu (5%) es la más preferida, se debe tener cuidado al aumentar el porcentaje de pulpas, como es el caso de la formulación F4 (mango 20% y 10% camu camu), debido a que puede afectar su textura.



## V. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas se recomienda trabajar con menor porcentaje de pulpa de mango y con mayor porcentaje de camu camu debido a que se obtienen mejores resultados en la capacidad antioxidante de los helados.
- Realizar mayores estudios con relación a la temática que permitan evaluar el efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre la capacidad antioxidante y presencia de compuestos bioactivos de helados, empleando *M. indica* y *M. dubia*.
- Realizar estudios de mercado y factibilidad que permitan valorar la inclusión de este producto en el mercado.
- Evaluar el contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de estas pulpas en helados durante el almacenamiento (estudio del tiempo de vida útil a distintas condiciones).
- Realizar estudios de evaluación del efecto de la adicción de estas pulpas (*M. indica* y *M. dubia*) en diferentes derivados lácteos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acaro Córdova, S. D. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche cruda que se expende en la ciudad de Chulucanas, Piura, Perú* [Tesis de Licenciatura, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/705>
- Akter, M. S., Oh, S., Eun, J.-B., & Ahmed, M. (2011). Nutritional compositions and health promoting phytochemicals of camu-camu (*myrciaria dubia*) fruit: A review. *Food Research International*, 44(7), 1728-1732. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.045>
- Alemán Nunura, C. E. (2015). *Determinación de parámetros adecuados en la elaboración de un néctar tropical mixto de mango (*Manguifera indica* L) con ciruela *Spondias purpurea* L.* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/640>
- Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. (2015). Health safety issues of synthetic food colorants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 73(3), 914-922. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2015.09.026>
- Anchivilca Valentin, S. D. (2019). *Formulación y caracterización de helados tipo sorbete a base de pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) enriquecido con ácido ascórbico* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/15391>
- Apak, R., Özyürek, M., Güçlü, K., & Çapanoğlu, E. (2016). Antioxidant activity/capacity measurement. 1. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET)-based assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(5), 997-1027. [https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.5B04739/ASSET/IMAGES/JF-2015-047398\\_M032.GIF](https://doi.org/10.1021/ACS.JAFC.5B04739/ASSET/IMAGES/JF-2015-047398_M032.GIF)
- Arellano-Acuña, E., Rojas-Zavaleta, I., & Paucar-Menacho, L. (2016). Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Tropical fruit of excellent functional properties that help to improve the quality of life. *Scientia Agropecuaria*, 7(4), 433-443. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.04.08>
- Arreaga González, A. R., & Vinuesa Cuzco, N. E. (2010). *Determinación de la vida útil del mango fresco variedad edward a temperatura ambiente y de refrigeración (15°C)* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/10731>
- Asif, A., Farooq, U., Akram, K., Hayat, Z., Shafi, A., Sarfraz, F., Sidhu, M. A. I., Rehman, H., & Aftab, S. (2016). Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes. *Trends in Food Science & Technology*, 53, 102-112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.004>
- Asociación Peruana de Productores y Exportadores de Mango. (2021). *Manual de manejo agronómico de plantaciones del mango peruano*. APEM. <https://peruvianmango.org/wp-content/uploads/2021/05/MANUAL-DE-MANEJO-AGRONOMICO-DE-MANGO-2.pdf>

- Astudillo Loja, J. J. (2016). *Diseño e implementación del laboratorio de análisis sensorial para la empresa "ITALIMENTOS. CÍA.LTDA"* [Tesis de Grado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5203>
- Atauje Avila, J. E. (2020). *Formulación de un helado hipocalórico y funcional elaborado a partir de extracto de *Linum usitatissimum* "Linaza"* [Tesis de Grado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4174>
- Ayala Vilchez, A. A. (2018). *Cuantificación de los componentes bioactivos de mermelada de lima (*Citrus limetta* Risso) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) enriquecida con camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) y con características organolépticas aceptables* [Tesis de Licenciatura, Universidad Norbert Wiener]. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/123456789/2297>
- Badarinath, A. V, Rao, K. M., Madhu, C., Chetty, S., Ramkanth, S., Rajan, T. V. S., & Gnanaprakash, K. (2010). A Review On In-Vitro Antioxidant Methods: Comparisons, Correlations and Considerations. *International Journal of PharmTech Research*, 2(2), 1276-1285.
- Baenke, F., Peck, B., Miess, H., & Schulze, A. (2013). Hooked on fat: The role of lipid synthesis in cancer metabolism and tumour development. En *DMM Disease Models and Mechanisms* (Vol. 6, Número 6, pp. 1353-1363). The Company of Biologists. <https://doi.org/10.1242/dmm.011338>
- Bahramparvar, M., & Tehrani, M. M. (2011). Application and functions of stabilizers in ice cream. En *Food Reviews International* (Vol. 27, Número 4, pp. 389-407). Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563399>
- Bajad, D. N., Kalyankar, S. D., Dehmukh, S. D., Bachanti, P. R., & Bajad, G. S. (2016). Impact of physico-chemical properties of mix on the final quality of ice-cream. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 35(4). <https://doi.org/10.18805/AJDFR.V35I4.6627>
- Barrios Renteria, J. C., Mauricio-Sandoval, E. A., Espinoza, L. A., Cornelio-Santiago, H. P., Moreno-Quispe, L. A., & Vega Portalatino, E. J. (2022). Antimicrobial potential of camu camu (*Myrciaria dubia*) against bacteria, yeasts, and parasitic protozoa: a review. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(2). <https://doi.org/10.15446/rfnam.v75n2.98010>
- Bazalar Palacios, J. D. R. (2018). Capacidad antioxidante de la pulpa de mango (*Mangifera indica* L.). In *Crescendo*, 9(1), 33-39. <https://doi.org/10.21895/incres.2018.v9n1.03>
- Beckman, K. B., & Ames, B. N. (1998). The free radical theory of aging matures. En *Physiological Reviews* (Vol. 78, Número 2, pp. 547-581). Physiol Rev. <https://doi.org/10.1152/physrev.1998.78.2.547>
- Bekiroglu, H., Goktas, H., Karaibrahim, D., Bozkurt, F., & Sagdic, O. (2022). Determination of rheological, melting and sensorial properties and volatile compounds of vegan ice cream produced with fresh and dried walnut milk. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100521. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100521>

- Beloribi-Djefafli, S., Vasseur, S., & Guillaumond, F. (2016). Lipid metabolic reprogramming in cancer cells. *Oncogenesis*, 5(1), e189-e189. <https://doi.org/10.1038/oncsis.2015.49>
- Blois, M. S. (1958). Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200. <https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Boligon, A. A., Machado, M. M., & Athayde, M. L. (2014). Technical Evaluation of Antioxidant Activity. *Medicinal Chemistry*, 4(7), 517-522. <https://doi.org/10.4172/2161-0444.1000188>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. En *LWT - Food Science and Technology* (Vol. 28, Número 1, pp. 25-30). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Bravo Aranibar, J. C., & Bravo Aranibar, N. (2019). Formulación de helados a base de pulpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) con hidrocoloides y enriquecidos con vitamina C. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 6(1), 1-20. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2019V6N1.001>
- Brewer, M. S. (2011). Natural Antioxidants: Sources, Compounds, Mechanisms of Action, and Potential Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(4), 221-247. <https://doi.org/10.1111/J.1541-4337.2011.00156.X>
- Buelvas Salgado, G. A., Mejía Córdoba, C. A., Castro Riascos, M. L., & Avendaño Bustamante, M. T. (2017). *Alternativas Agroindustriales del Mango Criollo*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/4173>
- Cabezas-Zábal, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Fat and oils: Effects on health and global regulation. *Revista Facultad de Medicina*, 64(4), 761-768. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Caisahuna Sanabria, M. C. (2012). *Evaluación de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos estados de madurez del camu camu (myrciaria dubia H.B.K. Mc Vaugh) de Mazamari - Satipo* [Tesis de Grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1879>
- Cao, G., Alessio, H. M., & Cutler, R. G. (1993). Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radical Biology and Medicine*, 14(3), 303-311. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(93\)90027-R](https://doi.org/10.1016/0891-5849(93)90027-R)
- Castañeda, B. C., Ramos, L. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Medico*, 8(1), 56-72.
- Castro, J. C., Maddox, J. D., Cobos, M., & Imán, S. A. (2018). Myrciaria dubia “Camu Camu” Fruit: Health-Promoting Phytochemicals and Functional Genomic Characteristics. En *Breeding and Health Benefits of Fruit and Nut Crops*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.73213>
- Castro, J. C., Maddox, J. D., & Imán, S. A. (2018). Camu-camu— Myrciaria dubia (Kunth) McVaugh. En *Exotic Fruits* (pp. 97-105). <https://doi.org/10.1016/b978-0->

12-803138-4.00014-9

- Ccopa Mendoza, D. R. (2009). *Evaluación del efecto de la temperatura y tiempo de calentamiento en la vida útil del queso tipo paria envasado al vacío* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3348>
- cellbiolabs. (2022). *Oxygen Radical Antioxidant Capacity (ORAC) Assay*. <https://www.cellbiolabs.com/orac-oxygen-radical-antioxidant-capacity-assay>
- Chacón-Villalobos, A., Pineda-Castro, M. L., & Méndez-Rojas, S. G. (2013). Efecto de la proporción de leche bovina y caprina en las características del dulce de leche. *Agronomía Mesoamericana*, 24(1), 149-167.
- Chavez-Bravo, E., Alonso-Calderon, A. I. A., Sanchez-Calvario, L., Castaneda-Roldan, E., Vidal Robles, E., & Salazar-Robles, G. (2016). Characterization of the degradation products from the red dye 40 by enterobacteria. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(4), 2569-2575. <https://doi.org/10.22207/JPAM.10.4.12>
- Chirinos, R., Galarza, J., Betalleluz-Pallardel, I., Pedreschi, R., & Campos, D. (2010). Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. *Food Chemistry*, 120(4), 1019-1024. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.041>
- Cömert, E. D., & Gökmen, V. (2020). Physiological relevance of food antioxidants. En *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 93, pp. 205-250). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.03.002>
- Cordero-Bueso, G. A. (2017). *Análisis Sensorial de los Alimentos* (A. Madrid Vicente (ed.)). AMV ediciones.
- Cornelio-Santiago, H. P., Mazalli, M. R., Rodrigues, C. E. C., & de Oliveira, A. L. (2019). Extraction of Brazil nut kernel oil using green solvents: Effects of the process variables in the oil yield and composition. *Journal of Food Process Engineering*, 42(7), e13271. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13271>
- Coronado, M., Vega Y León, S., Gutiérrez T, R., Marcela, V. F., & Radilla V, C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2), 206-212. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182015000200014>
- Corrales-Bernal, A., Maldonado, M. E., Urango, L. A., Franco, M. C., & Rojano, B. A. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista chilena de nutrición*, 41(3), 312-318. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182014000300013>
- Cubas Aguilar, F. M. (2022). *Efecto del pre-tratamiento con ácido ascórbico en el proceso de deshidratación de mango (Mangifera Indica L.), variedad Edward en diferentes estadios de madurez* [Tesis de Licenciatura, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9141>
- Curti, J. M., Constantino, L. V., Ressutte, J. B., Katsuda, M. S., Furlaneto-Maia, L., & Spinosa, W. A. (2021). Antioxidant properties, technological and physicochemical characteristics of milk ice cream with addition of camu-camu pulp. *Research, Society and Development*, 10(16), e585101623538-e585101623538.

<https://doi.org/10.33448/RSD-V10I16.23538>

- Czaikoski, A., Czaikoski, K., Bezerra, J. R. M. V., Rigo, M., & Teixeira, A. M. (2016). Preparation of ice cream with addition of mango (Tommy Atkins) pulp. *Ambiência*, 12(4), 785-794. <https://doi.org/10.5935/ambiencia.2016.04.02>
- Dabrowska, C. C., & Moya, M. (2009). *Vitaminas y antioxidantes*. Madrid: sanidad y ediciones. <https://bit.ly/2RaIKxE>
- Dasgupta, A., & Klein, K. (2014). Introduction to Free Radicals and the Body's Antioxidant Defense. En *Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements* (pp. 1-18). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405872-9.00001-X>
- Dastmalchi, N., Baradaran, B., Latifi-Navid, S., Safaralizadeh, R., Khojasteh, S. M. B., Amini, M., Roshani, E., & Lotfinejad, P. (2020). Antioxidants with two faces toward cancer. *Life Sciences*, 258, 118186. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2020.118186>
- de Oliveira, A. P. D., de Oliveira Almeida, T. J., Santos, T. M. B., & Dias, F. S. (2021). Symbiotic goat milk ice cream with umbu fortified with autochthonous goat cheese lactic acid bacteria. *LWT*, 141, 110888. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110888>
- Delgado Calderón, L. D. C., Gonzalez Gutiérrez, G. A., Llacsahuanga Puma, J. S., Silva Ramos, P. S., & Timana Ramos, L. F. (2021). *Diseño de una planta de producción para la elaboración de licor de mango a partir de mango de descarte, en la región Piura* [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udpe.edu.pe/handle/11042/5383>
- Deosarkar, S. S., Kalyankar, S. D., Pawshe, R. D., & Khedkar, C. D. (2016). Ice Cream: Composition and Health Effects. En *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 385-390). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00385-8>
- Deosarkar, S. S., Khedkar, C. D., Kalyankar, S. D., & Sarode, A. R. (2016). Ice Cream: Uses and Method of Manufacture. En *Encyclopedia of Food and Health* (pp. 391-397). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00384-6>
- Domínguez Castillo, D. A. (2017). *Secado de pulpa de camu camu (Myrciaria dubia hbk) mediante ventana refractiva* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de San Martín]. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2581>
- dos Santos Cruzen, C. E., Hoffmann, J. F., Zandoná, G. P., Fiorentini, Â. M., Rombaldi, C. V., & Chaves, F. C. (2017). Probiotic butiá (*Butia odorata*) ice cream: Development, characterization, stability of bioactive compounds, and viability of *Bifidobacterium lactis* during storage. *LWT - Food Science and Technology*, 75, 379-385. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.09.011>
- Eftimov, T., Popovski, G., Petković, M., Seljak, B. K., & Kocev, D. (2020). COVID-19 pandemic changes the food consumption patterns. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 104, pp. 268-272). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.08.017>
- Eguillor Recabarren, P. M. (2019). Pérdida y desperdicio de alimentos en el sector agrícola: avances y desafíos. *Oficina De Estudios Y Políticas Agrarias*, 14. [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/articulo-perdida\\_desperdicios.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/articulo-perdida_desperdicios.pdf)
- El Peruano. (2021, junio 14). *Midagri: Productores de mango exportaron más de 232,000*

toneladas en campaña 2020-2021. <https://elperuano.pe/noticia/122638-midagri-productores-de-mango-exportaron-mas-de-232000-toneladas-en-campana-2020-2021>

- Espinoza, L. A., Purriños, L., Centeno, J. A., & Carballo, J. (2020). Chemical, microbial and sensory properties of a chestnut and milk ice cream with improved healthy characteristics. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 2271-2294. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1856135>
- Falowo, A. B., Fayemi, P. O., & Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. En *Food Research International* (Vol. 64, pp. 171-181). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067-4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Floyd, R. A., & Hensley, K. (2002). Oxidative stress in brain aging: Implications for therapeutics of neurodegenerative diseases. *Neurobiology of Aging*, 23(5), 795-807. [https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(02\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(02)00019-2)
- Fujita, A., Sarkar, D., Wu, S., Kennelly, E., Shetty, K., & Genovese, M. I. (2015). Evaluation of phenolic-linked bioactives of camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc. Vaugh) for antihyperglycemia, antihypertension, antimicrobial properties and cellular rejuvenation. *Food Research International*, 77, 194-203. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.009>
- Gabbi, D. K., Bajwa, U., & Goraya, R. K. (2018). Physicochemical, melting and sensory properties of ice cream incorporating processed ginger (*Zingiber officinale*). *International Journal of Dairy Technology*, 71(1), 190-197. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12430>
- Galili, S., & Hovav, R. (2014). Determination of Polyphenols, Flavonoids, and Antioxidant Capacity in Dry Seeds. En *Polyphenols in Plants* (pp. 305-323). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397934-6.00016-4>
- Gao, H., Cheng, N., Zhou, J., Wang, B., Deng, J., & Cao, W. (2014). Antioxidant activities and phenolic compounds of date plum persimmon (*Diospyros lotus* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 51(5), 950. <https://doi.org/10.1007/S13197-011-0591-X>
- Gheisari, H. R., Heydari, S., & Basiri, S. (2020). The effect of date versus sugar on sensory, physicochemical, and antioxidant properties of ice cream. *Iranian Journal of Veterinary Research*, 21(1), 9.
- Goff, H. Douglas. (2015). Ice Cream and Frozen Desserts. En *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (pp. 1-15). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. [https://doi.org/10.1002/14356007.a13\\_563.pub2](https://doi.org/10.1002/14356007.a13_563.pub2)
- Goff, H. Douglas, & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream* (7.<sup>a</sup> ed.). Springer US.
- Goff, H.D. (2018). Ice Cream and Frozen Desserts: Product Types. En *Reference Module in Food Science*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00833-7>
- Gómez-López, V. M., Orsolani, L., Martínez-Yépez, A., & Tapia, M. S. (2010).

- Microbiological and sensory quality of sonicated calcium-added orange juice. *LWT - Food Science and Technology*, 43(5), 808-813. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.008>
- Grandez Torres, A. (2020). *Influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización de la pulpa de camu camu (Myrciaria dubia) en la cinética de degradación térmica de vitamina C* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia]. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/261>
- Grigio, M. L., Durigan, M. F. B., & Chagas, E. A. (2019). Different formulations of camu-camu popsicle: Characterization, vitamin C and sensorial analysis of an opportunity to family agroindustry. *Food Science and Technology*, 39, 93-97. <https://doi.org/10.1590/fst.38417>
- Guevara Contreras, M. (2015). Evaluacion Fisicoquimica E Higienica De Produccion De Leche Fresa En El Distrito De Socota, Cutervo, Cajamarca. *Sagasteguiana*, 2(2), 157-164. <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSAGAS/article/view/1821/1773>
- Gupta, P., Lakes, A., & Dziubla, T. (2016). A Free Radical Primer. En *Oxidative Stress and Biomaterials* (pp. 1-33). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803269-5.00001-2>
- Guzik, T. J., Mohiddin, S. A., Dimarco, A., Patel, V., Savvatis, K., Marelli-Berg, F. M., Madhur, M. S., Tomaszewski, M., Maffia, P., D'Acquisto, F., Nicklin, S. A., Marian, A. J., Nosalski, R., Murray, E. C., Guzik, B., Berry, C., Touyz, R. M., Kreutz, R., Dao, W. W., ... McInnes, I. B. (2020). COVID-19 and the cardiovascular system: Implications for risk assessment, diagnosis, and treatment options. En *Cardiovascular Research* (Vol. 116, Número 10, pp. 1666-1687). Oxford Academic. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvaa106>
- Harris, I. S., & DeNicola, G. M. (2020). The Complex Interplay between Antioxidants and ROS in Cancer. *Trends in Cell Biology*, 30(6), 440-451. <https://doi.org/10.1016/j.tcb.2020.03.002>
- Hernández, M. S., Carrillo, M., Barrera, J., & Fernández-Trujillo, J. P. (2011). Camu-camu ( *Myrciaria dubia* Kunth McVaugh). En E. M. Yahia (Ed.), *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 352-375e). Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.352>
- INDECOPI. (2018). Mango. En *BIOPAT-PERÚ* (Número 6, pp. 1-42). <https://bit.ly/3xgzjg2>
- Inga Martínez, C. (2020, marzo 10). *Helados: ¿Cómo avanza su consumo en el Perú y quiénes compiten en este mercado?* El Comercio. <https://bit.ly/3o0WCWp>
- Inga Zambrano, L. F. (2017). *Control de calidad en la densidad de la Leche* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11461>
- Isique Huaroma, J. (2014). *Elaboración de helados*. Editorial Macro.
- Ismail, H. A., Hameed, A. M., Refaey, M. M., Sayqal, A., & Aly, A. A. (2020). Rheological, physio-chemical and organoleptic characteristics of ice cream enriched



with Doum syrup and pomegranate peel. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(10), 7346-7356. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.08.012>

ISO 8587. 2006. (2020). *Sensory Analysis: Methodology: Ranking test* (Second Edi).

Karaman, S., Toker, Ö. S., Yüksel, F., Çam, M., Kayacier, A., & Dogan, M. (2014). Physicochemical, bioactive, and sensory properties of persimmon-based ice cream: Technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 97-110. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7111>

Kehrer, J. P., Robertson, J. D., & Smith, C. V. (2010). Free Radicals and Reactive Oxygen Species. En *Comprehensive Toxicology* (Vols. 1-14, pp. 277-307). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-046884-6.00114-7>

Kendall, M. G., & Babington-Smith, B. (1954). *Tables of Random Sampling Numbers*. Cambridge [England] : Cambridge University Press.

Kong, F., & Singh, R. P. (2016). Chemical deterioration and physical instability of foods and beverages. En *The Stability and Shelf Life of Food* (pp. 43-76). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100435-7.00002-2>

Kruidenier, L., & Verspaget, H. W. (2002). Review article: Oxidative stress as a pathogenic factor in inflammatory bowel disease - Radicals or ridiculous? En *Alimentary Pharmacology and Therapeutics* (Vol. 16, Número 12, pp. 1997-2015). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2036.2002.01378.x>

Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., & Fett, R. (2005). Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(4), 726-732. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>

Laguerre, M., Bily, A., & Birtić, S. (2020). Lipid oxidation in food. En *Lipids and Edible Oils* (pp. 243-287). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-8171105-9.00007-0>

Lamy, E., Viegas, C., Rocha, A., Raquel Lucas, M., Tavares, S., Capela e Silva, F., Guedes, D., Laureati, M., Zian, Z., Salles Machado, A., Ellssel, P., Freyer, B., González-Rodrigo, E., Calzadilla, J., Majewski, E., Prazeres, I., Silva, V., Juračak, J., Platilová Vorlíčková, L., ... Anzman-Frasca, S. (2022). Changes in food behavior during the first lockdown of COVID-19 pandemic: A multi-country study about changes in eating habits, motivations, and food-related behaviors. *Food Quality and Preference*, 99, 104559. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104559>

Lange, K. W. (2022). The contribution of food bioactives and nutrition to the management of COVID-19. *Journal of Future Foods*, 2(1), 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.03.012>

Langley, P. C., Pergolizzi, J. V., Taylor, R., & Ridgway, C. (2015). Antioxidant and associated capacities of camu camu (*Myrciaria dubia*): A systematic review. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1089/acm.2014.0130>

León Vargas, J., Maticorena Torres, Luis Karlo Ludeña Chinchay, C., & Farfán Camacho, Renato Montoya Vilchez, M. P. (2014). *Diseño de una línea de producción de*

*helados de crema a base de licor en la ciudad de Piura* [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2031>

- Litescu, S. C., Eremia, S. A. V., Tache, A., Vasilescu, I., & Radu, G.-L. (2014). The Use of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC) Assays in the Assessment of Beverages' Antioxidant Properties. En *Processing and Impact on Antioxidants in Beverages* (pp. 245-251). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404738-9.00025-8>
- Litescu, S. C., Eremia, S., & Radu, G. L. (2010). Methods for the Determination of Antioxidant Capacity in Food and Raw Materials. En *Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors* (pp. 241-249). Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7347-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7347-4_18)
- Liu, L., & Kong, F. (2021). Measuring chemical deterioration of foods. En *Chemical Changes During Processing and Storage of Foods* (pp. 637-679). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817380-0.00013-0>
- Liz Katuska, A. C., María Fernanda, B. Z., Luis Yahir Omar, O. S., Nohelia Stefany, P. S., & Isabella Alejandra, Z. G. (2019). *Diseño del proceso para la producción sostenible de helados saludables de palta, arándanos y mango* [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4278>
- Llacuna, L., & Mach, N. (2012). Papel de los antioxidantes en la prevención del cáncer. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 16(1), 16-24. [https://doi.org/10.1016/S2173-1292\(12\)70067-4](https://doi.org/10.1016/S2173-1292(12)70067-4)
- López Auqui, M. S. (2020). *Determinación de parámetros fisicoquímicos y la relación de ácidos grasos saturados e insaturados en helados artesanales de consumo masivo elaborados en la provincia de Tungurahua* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31591>
- Louie, S. M., Roberts, L. S., & Nomura, D. K. (2013). Mechanisms linking obesity and cancer. En *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids* (Vol. 1831, Número 10, pp. 1499-1508). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2013.02.008>
- Luo, X., Zhao, X., Cheng, C., Li, N., Liu, Y., & Cao, Y. (2018). The implications of signaling lipids in cancer metastasis. En *Experimental and Molecular Medicine* (Vol. 50, Número 9, pp. 1-10). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s12276-018-0150-x>
- Ma, X., Wu, H., Liu, L., Yao, Q., Wang, S., Zhan, R., Xing, S., & Zhou, Y. (2011). Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 129(1), 102-107. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.015>
- Madrid, A., & Cenzano, I. (2003). *Helados: Elaboración, análisis y control de calidad*. (4.<sup>a</sup> ed.). AMV ediciones.
- Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, B., & Guerrero Ospina, J. C. (2019). Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1073. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>

- Malta, L. G., & Liu, R. H. (2014). Analyses of Total Phenolics, Total Flavonoids, and Total Antioxidant Activities in Foods and Dietary Supplements. En *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (pp. 305-314). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00058-9>
- Mendoza Isaza, N. A., Hoyos–Arbeláez, J. A., & Peláez-Jaramillo, C. A. (2020). Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de *Stevia rebaudiana* en varios modelos in vitro. *Revista EIA*, 17(34), 1-9. <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1282>
- Mendoza Sanchez, Y. V. (2016). *Conservación de la pulpa de camu camu (myrciaria dubia h.b.k) mediante métodos combinados* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1508>
- Mesquita, V. L. V., & Queiroz, C. (2013). Enzymatic Browning. En *Biochemistry of Foods* (pp. 387-418). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-091809-9.00010-8>
- Metin, A., Erbiçer, E. S., Şen, S., & Çetinkaya, A. (2022). Gender and COVID-19 related fear and anxiety: A meta-analysis. *Journal of Affective Disorders*, 310, 384-395. <https://doi.org/10.1016/J.JAD.2022.05.036>
- Miller, N. J., Rice-Evans, C., Davies, M. J., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). A Novel Method for Measuring Antioxidant Capacity and its Application to Monitoring the Antioxidant Status in Premature Neonates. *Clinical Science*, 84(4), 407-412. <https://doi.org/10.1042/cs0840407>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2021, marzo 10). *Exportaciones de camu camu alcanzaron récord histórico en 2020*. <https://www.gob.pe/institucion/mincetur/noticias/345752-exportaciones-de-camu-camu-alcanzaron-record-historico-en-2020>
- Ministerio de Desarrollo y Riego. (2021). *Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMWZmNDY2NTEtODg4NC00ZmQxLTk1NjltNWRiYmE4OGY2MDA4IiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>
- Mishra, P., Woltering, E., & El Harchioui, N. (2020). Improved prediction of ‘Kent’ mango firmness during ripening by near-infrared spectroscopy supported by interval partial least square regression. *Infrared Physics & Technology*, 110, 103459. <https://doi.org/10.1016/j.infrared.2020.103459>
- Morenga, L. A. Te, Mann, J., & Mallard, S. (2013). Dietary sugars and body weight: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials. *The FASEB Journal*, 27(S1), 622.17-622.17. [https://doi.org/10.1096/fasebj.27.1\\_supplement.622.17](https://doi.org/10.1096/fasebj.27.1_supplement.622.17)
- Ñahui Salvatierra, A. (2017). *Efecto de la proporción de lactosuero y aguaymanto (physalis peruviana l.) en las características fisicoquímicas y organolépticas del helado* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1390>
- Nenadis, N., & Tsimidou, M. Z. (2010). Assessing the activity of natural food

- antioxidants. En *Oxidation in Foods and Beverages and Antioxidant Applications* (pp. 332-367). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857090447.2.332>
- Neves, L. C., de Campos, A. J., Colombo, R. C., Roberto, S. R., & Cisneros-Zevallos, L. (2017). Days after anthesis and postharvest behavior define maturity, harvesting time and nutraceutical content of camu-camu fruit. *Scientia Horticulturae*, 224, 37-47. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.04.031>
- Neves, L. C., Silva, V. X. da, Pontis, J. A., Flach, A., & Roberto, S. R. (2015). Bioactive compounds and antioxidant activity in pre-harvest camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] fruits. *Scientia Horticulturae*, 186, 223-229. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.031>
- Newell, G. J., & MacFarlane, J. D. (1987). Expanded Tables for Multiple Comparison Procedures in the Analysis of Ranked Data. *Journal of Food Science*, 52(6), 1721-1725. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05913.x>
- NTP 202.057: 2006. (revisada el 2018). Leche y Productos Lácteos. Helados. Requisitos. INACAL.
- Organización Panamericana de la salud. (s. f.). *Peligros biológicos*. Paho. Recuperado 8 de marzo de 2021, de <https://bit.ly/3beChaQ>
- Organización Panamericana de la Salud. (2019, junio 6). *La inocuidad de los alimentos es responsabilidad de todos*. OPS. <https://bit.ly/3bgpu7L>
- Ortiz Ramirez, B. Z., & Ccoñas Bejar, J. (2018). *Actividad antioxidante de la pulpa del fruto de guayaba (psidium guajava) y camu camu (myrciaria dubia) por el método químico de dpph* [Tesis de Grado, Universidad Inca Garcilaso de la Vega]. <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/3701>
- Öztürk, H. İ., Demirci, T., & Akın, N. (2018). Production of functional probiotic ice creams with white and dark blue fruits of *Myrtus communis*: The comparison of the prebiotic potentials on *Lactobacillus casei* 431 and functional characteristics. *LWT - Food Science and Technology*, 90, 339-345. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.049>
- Patel, M. R., Baer, R. J., & Acharya, M. R. (2006). Increasing the protein content of ice cream. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1400-1406. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72208-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72208-1)
- Pedredo, D. L., & Pangborn, R. M. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*. Editorial Alhambra Mexican.
- Pérez Navarro, T. F. (2016). *Formulación y Caracterización de helados y sorbetes artesanales con adición de pulpa de tunas de colores* [Memoria de Título, Universidad de Chile]. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/150797>
- Ponce Chiriboga, M. A. (2014). *Estudio del efecto de la adición de cultivo láctico e inulina en la elaboración y evaluación sensorial del queso fresco bajo en grasa* [Tesis de Grado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3315>
- Ponce de León González, S. E. (2019). *Efecto del tiempo de exposición con ultrasonido en el contenido de vitamina C, sólidos solubles, acidez y recuento de mesófilos en la*

- pulpa de Camu camu (Myrciaria dubia)* [Tesis Licenciatura, Universidad Privada Antenor orrego]. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4947>
- Posada David, L. R., Sepulveda Valencia, J. U., & Restrepo Molina, D. A. (2012). Selection and evaluation of a stabilizer composed of rubbers on quality properties in mixtures for hard ice cream. *Vitae*, *19*(2), 166-177.
- Quintero, V., Duque, A., & Giraldo, G. (2012). Evaluación de viscosidad y color en la pulpa de mango común (*Mangifera indica* L) tratada enzimáticamente. *Temas Agrarios*, *17*(2), 66-76. <https://doi.org/10.21897/rta.v17i2.703>
- Quintero, V., Giraldo, G., & Cortes, M. (2011). Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofruktosa y vitamina C. *Temas Agrarios*, *16*(1), 52-63. <https://doi.org/10.21897/rta.v16i1.684>
- Ramírez Méndez, R., Quijada, O., Castellano, G., Burgos, M. E., Camacho, R., & Marin R, C. (2010). Características Físicas y Químicas de frutos de Trece Cultivares de Mango (*Mangifera indica* L) en el Municipio Mara en la Planicie de Maracaibo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, *10*(2), 65-72. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315091002>
- Rayess, Y. El, Barbar, R., Wilson, E. A., & Bouajila, J. (2014). Analytical methods for wine polyphenols analysis and for their antioxidant activity evaluation. En *Wine: Phenolic Composition, Classification and Health Benefits* (Número July, pp. 71-101). Nova Publishers.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, *26*(9-10), 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Ribeiro, S. M. R., & Schieber, A. (2010). Bioactive compounds in mango (*Mangifera indica* L.). En *Bioactive Foods in Promoting Health* (pp. 507-523). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00034-7>
- Rogers, L. L. (2010). Sensory methods for quality control. En *Sensory Analysis for Food and Beverage Quality Control* (pp. 51-74). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1533/9781845699512.2.51>
- Rubio Arrieta, J. A., & Viloría Benítez, K. M. (2020). *Evaluación sensorial de reestructurado frito de batata (Ipomoea batatas L.) producido en el valle del sinú obtenido por un sistema de gelificación alginato-sulfato-fósforo* [Tesis de Grado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/xmlui/handle/ucordoba/3839>
- Sadeghinejad, N., Amini Sarteshnizi, R., Ahmadi Gavlighi, H., & Barzegar, M. (2019). Pistachio green hull extract as a natural antioxidant in beef patties: Effect on lipid and protein oxidation, color deterioration, and microbial stability during chilled storage. *LWT*, *102*, 393-402. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.060>
- Saleem Dar, M., Oak, P., Chidley, H., Deshpande, A., Giri, A., & Gupta, V. (2016). Nutrient and Flavor Content of Mango (*Mangifera indica* L.) Cultivars. En *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 445-467). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00019-2>

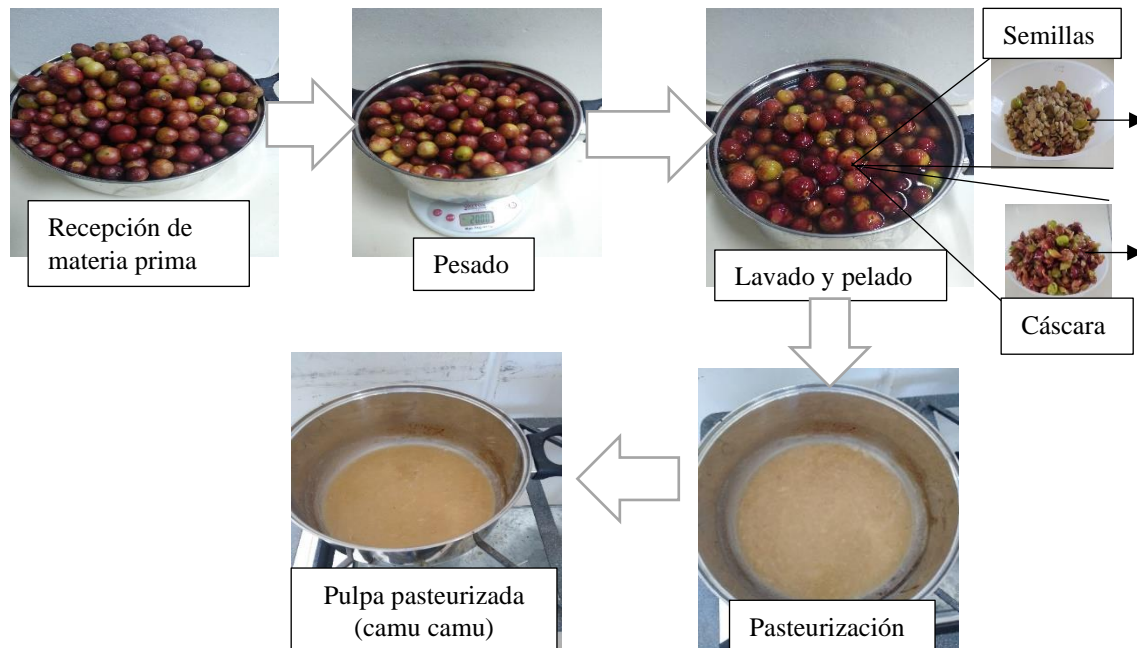
- Santos, I. L., Miranda, L. C. F., da Cruz Rodrigues, A. M., da Silva, L. H. M., & Amante, E. R. (2022). Camu-camu [*Myrciaria dubia* (HBK) McVaugh]: A review of properties and proposals of products for integral valorization of raw material. *Food Chemistry*, 372, 131290. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131290>
- Shahidi, F., & Zhong, Hy. J. (2020). Lipid oxidation: measurement methods. En *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (pp. 1-27). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/047167849x.bio050.pub2>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2011). Revisiting the polar paradox theory: A critical overview. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(8), 3499-3504. <https://doi.org/10.1021/jf104750m>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2015). Measurement of antioxidant activity. En *Journal of Functional Foods* (Vol. 18, pp. 757-781). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2007). Measurement of antioxidant activity in food and biological systems. *ACS Symposium Series*, 956, 36-66. <https://doi.org/10.1021/bk-2007-0956.ch004>
- Shi, H., & Noguchi, N. (2001). Introducing natural antioxidants. En *Antioxidants in Food* (pp. 147-158). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/9781855736160.3.147>
- Siraki, A. G., Klotz, L.-O., & Kehrer, J. P. (2018). Free Radicals and Reactive Oxygen Species. En *Comprehensive Toxicology* (pp. 262-294). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.01895-X>
- Skendi, A. (2021). Alternatives to increase the antioxidant capacity of bread with phenolics. En *Trends in Wheat and Bread Making* (pp. 311-341). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821048-2.00011-8>
- Soy, M., Keser, G., Atagündüz, P., Tabak, F., Atagündüz, I., & Kayhan, S. (2020). Cytokine storm in COVID-19: pathogenesis and overview of anti-inflammatory agents used in treatment. En *Clinical Rheumatology* (Vol. 39, Número 7, pp. 2085-2094). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05190-5>
- Suh, J. H. (2022). Critical review: Metabolomics in dairy science – Evaluation of milk and milk product quality. *Food Research International*, 154, 110984. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.110984>
- Sullón Pacherez, J. D. (2020). *Efecto de diferentes combinaciones de inductores sobre adelanto de floración y cosecha en mango (Mangífera indica l), variedad kent en el Valle San Lorenzo, 2019* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2442>
- Surco-Laos, F., Tipiana, R., Torres, Y., Valle, M., & Panay, J. (2017). Efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(4), 412-419.
- Surh, Y.-J., Kim, D.-H., Jang, J.-H., & Na, H.-K. (2020). Lipids and Cancer. En *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* (pp. 1-9). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/047167849x.bio109>

- Tamara, A., & Tahapary, D. L. (2020). Obesity as a predictor for a poor prognosis of COVID-19: A systematic review. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, 14(4), 655-659. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.05.020>
- Tamime, A. (2007). *Structure of Dairy Products* (A. Tamime (ed.)). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470995921>
- Taruscio, T. G., Barney, D. L., & Exon, J. (2004). Content and Profile of Flavanoid and Phenolic Acid Compounds in Conjunction with the Antioxidant Capacity for a Variety of Northwest Vaccinium Berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(10), 3169-3176. <https://doi.org/10.1021/jf0307595>
- Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E. M., Garrido, J., & Borges, F. (2013). Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview. *BioMed Research International*, 2013, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2013/251754>
- Terry Calderón, V. M. (2015). Deterioro de la vitamina C en pulpa de camu-camu (*Myciaria dubia*) pasteurizada almacenada en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 2(2), 47-58. <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2015v2n2.004>
- Tian, X., Liu, Y., Feng, X., Khaskheli, A. A., Xiang, Y., & Huang, W. (2018). The effects of alcohol fermentation on the extraction of antioxidant compounds and flavonoids of pomelo peel. *LWT*, 89, 763-769. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.049>
- Topdaş, E. F., Çakmakçı, S., & Çakiroğlu, K. (2017). The Antioxidant Activity, Vitamin C Contents, Physical, Chemical and Sensory Properties of Ice Cream Supplemented with Cornelian Cherry (*Cornus mas L.*) Paste. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 23(5), 691-697. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.17298>
- Torres-Osorio, V., Urrego, R., Echeverri Zuluaga, J. J., & López-Herrera, A. (2019). Estrés oxidativo y el uso de antioxidantes en la producción in vitro de embriones mamíferos. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(2), 433-459. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4652>
- Torres Flores, V. I. (2010). *Determinación del potencial nutritivo y funcional de guayaba (Psidium guajava L.), Cocona (Solanum sessiliflorum Dunal), y Camu Camu (Myrciaria dubia Vaugh)* [Tesis de Licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1800>
- Trasande, L., Shaffer, R. M., & Sathyanarayana, S. (2018). Food additives and child health. *Pediatrics*, 142(2). <https://doi.org/10.1542/peds.2018-1410>
- Tvrda, E., & Benko, F. (2020). Free radicals: what they are and what they do. En *Pathology* (pp. 3-13). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815972-9.00001-9>
- Ürkek, B., Şengül, M., Akgül, H. İ., & Kotan, T. E. (2019). Antioxidant Activity, Physiochemical and Sensory Characteristics of Ice Cream Incorporated with Sloe Berry (*Prunus spinosa L.*). *International Journal of Food Engineering*, 15, 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/ijfe-2018-0029>
- Vásquez-Caicedo, A. L., Schilling, S., Carle, R., & Neidhart, S. (2007). Effects of thermal processing and fruit matrix on  $\beta$ -carotene stability and enzyme inactivation during

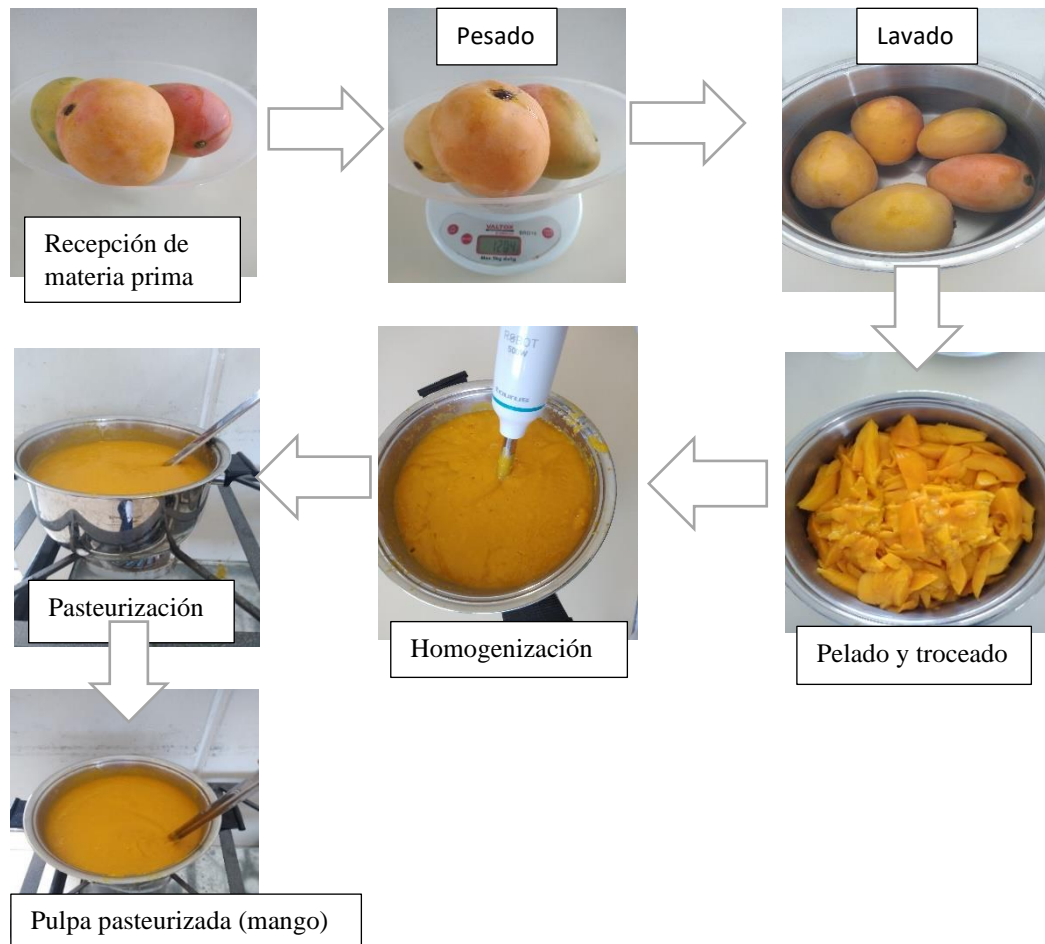
- transformation of mangoes into purée and nectar. *Food Chemistry*, 102(4), 1172-1186. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.005>
- Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Maróstica Junior, M. R. (2019). Phenolic Compounds. En *Bioactive Compounds* (pp. 33-50). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00002-5>
- Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y., & Li, X. (2008). Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*, 106(2), 804-810. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.062>
- Zhong, Y., & Shahidi, F. (2015). Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. En *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (pp. 287-333). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-089-7.00012-9>
- Zhong, Ying, & Shahidi, F. (2012). Antioxidant behavior in bulk oil: Limitations of polar paradox theory. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(1), 4-6. <https://doi.org/10.1021/jf204165g>
- Zillo, R. R., Da Silva, P. P. M., Spoto, M., Juliano, F. F., & Costa, M. H. (2018). Stability of postpackage pasteurized camu-camu pulp. *Brazilian Journal of Food Research*, 9(2), 92-104. <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v9n2.3823>
- Zuluaga Arroyave, N. (2017). *El análisis sensorial de alimentos como herramienta para la caracterización y control de calidad de derivados lácteos* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62784>



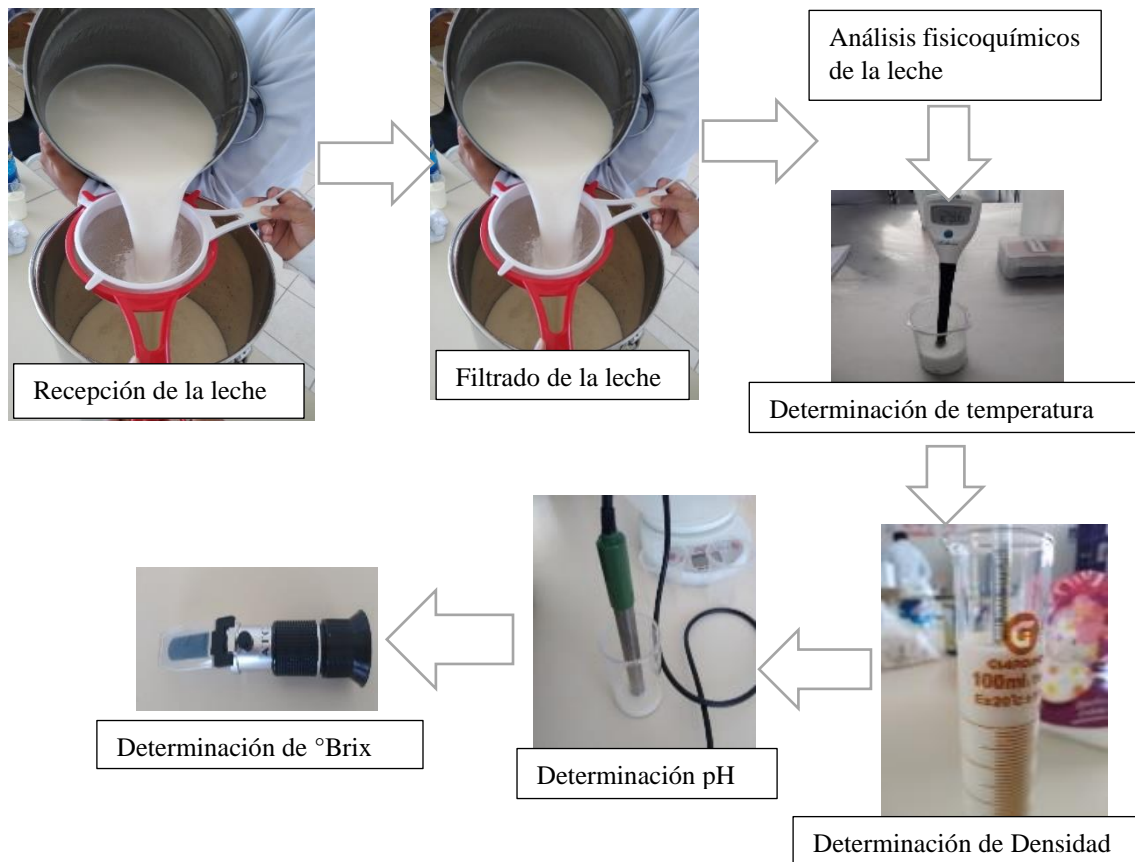
## **ANEXOS**

**Figura 19***Proceso de elaboración de la pulpa de camu camu*

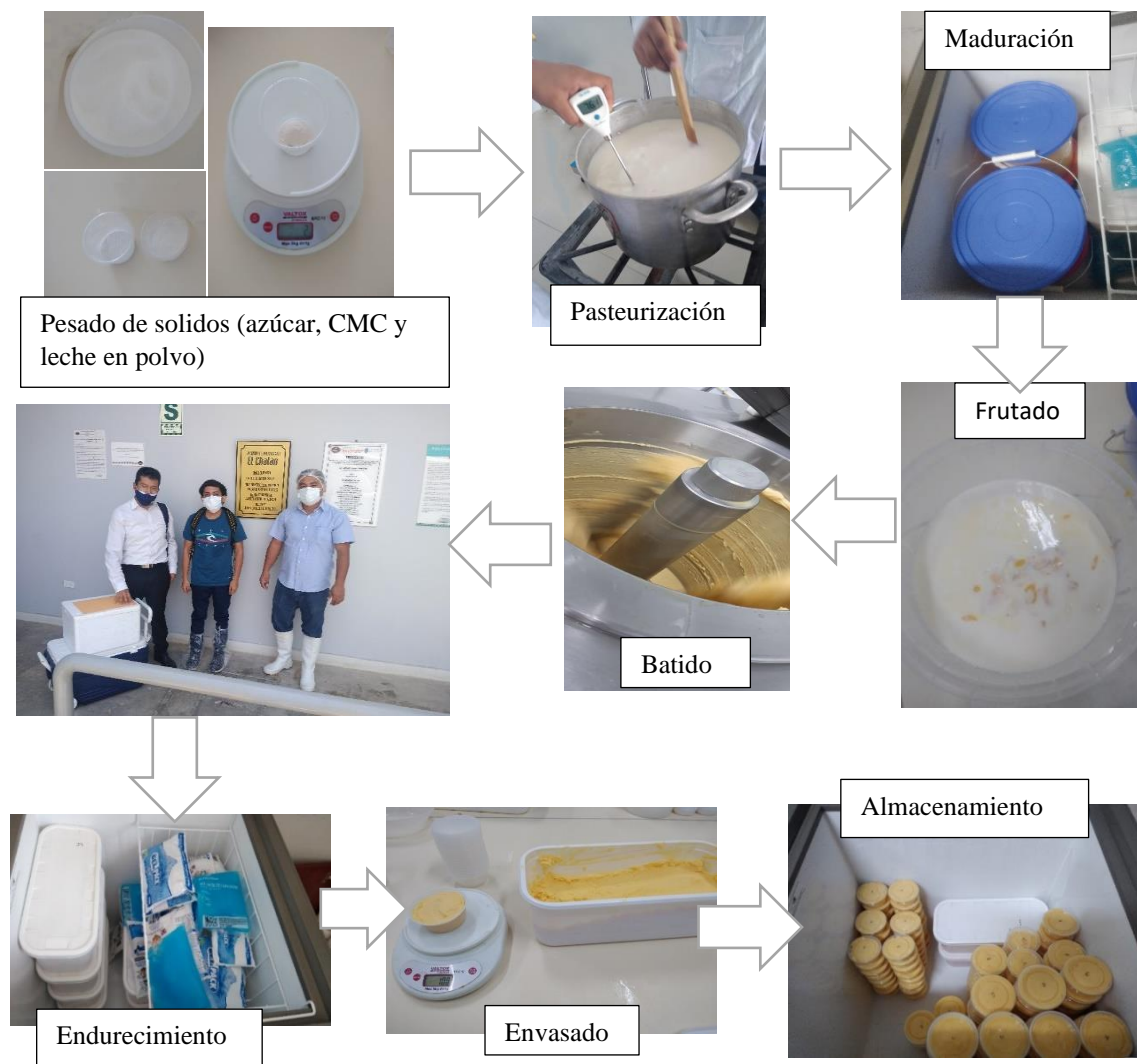
*Nota.* se utilizaron frutos en estado medio de maduración (coloración verde rojiza), los cuales fueron pesados, lavados, desinfectados y pelados de forma manual, la pulpa fue extraída con ayuda de una cuchara previamente esterilizada. Se retiraron restos de cascara y semillas. La pulpa fue pasteurizada a 80° C x 5 min, posteriormente se dejó enfriar hasta una temperatura de 5° C. Finalmente se colocó en refrigeración a 5° C durante 24 horas.

**Figura 20***Proceso de elaboración de la pulpa de mango*

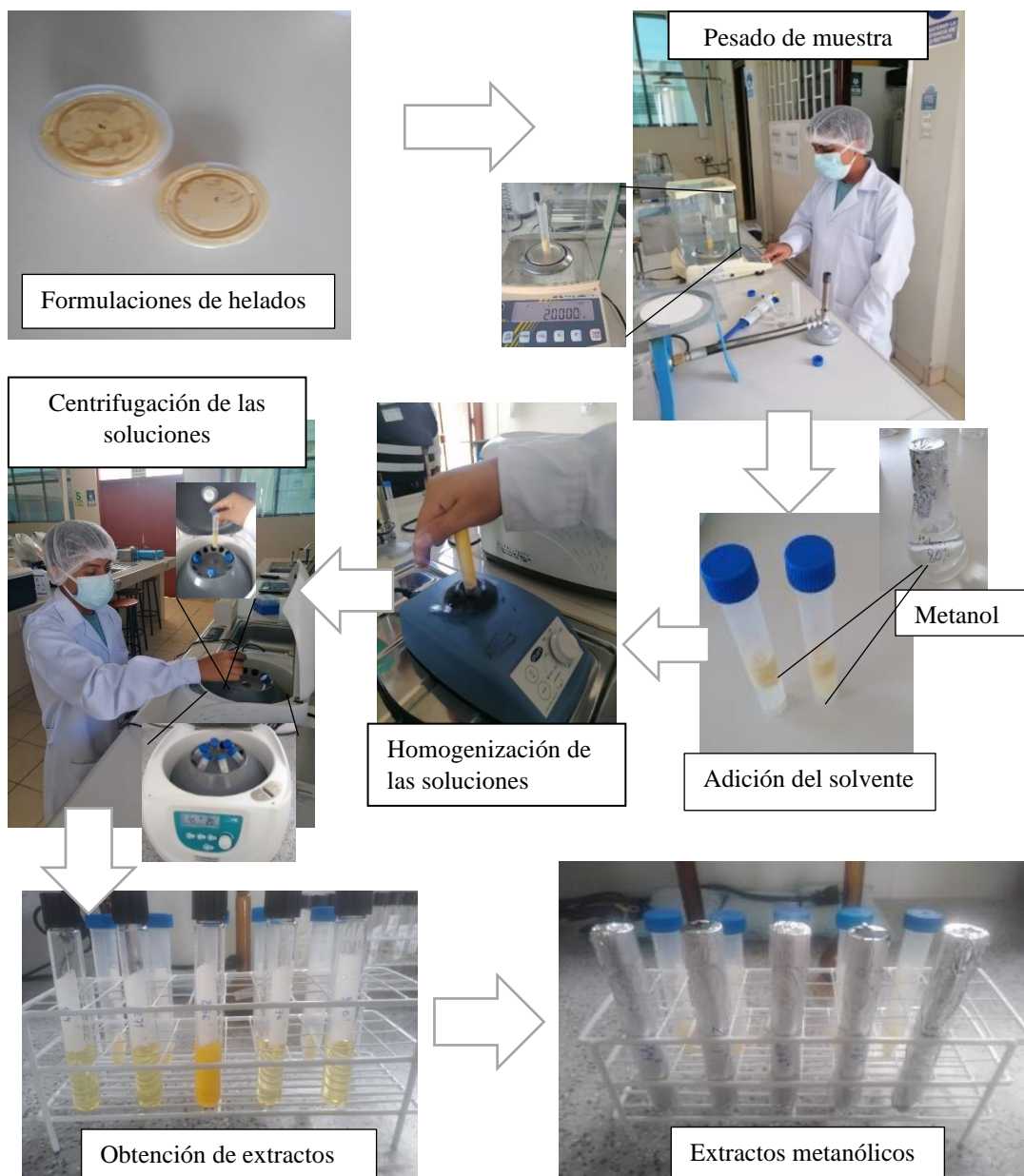
*Nota.* Se utilizaron frutos de mango de la variedad Edward en estado de maduración, los cuales fueron pesados, lavados y desinfectados, posteriormente se procedió a pelar y a trocear los mangos descartando las cascara y pepas. La pulpa fue homogenizada durante 2 min utilizando una batidora de inmersión. Se procedió a pasteurizar la pulpa hasta una temperatura de 80° C x 5 min. Se dejó enfriar a 5°C para luego ser colocada en refrigeración a una temperatura de 5° C x 24 horas.

**Figura 21***Recepción y análisis fisicoquímicos de la leche*

*Nota.* Los 16 litros de leche fueron recepcionados en una garrafa de acero inoxidable (25lt). Para eliminar algunas impurezas provenientes del ordeno la leche fue filtrada con ayuda de coladores. Previo a la elaboración de las formulaciones de helado, a la leche se le realizó los siguientes análisis fisicoquímicos (temperatura, densidad, pH, ° Brix), con el objetivo de verificar su calidad.

**Figura 22***Proceso de elaboración de muestras de helados*

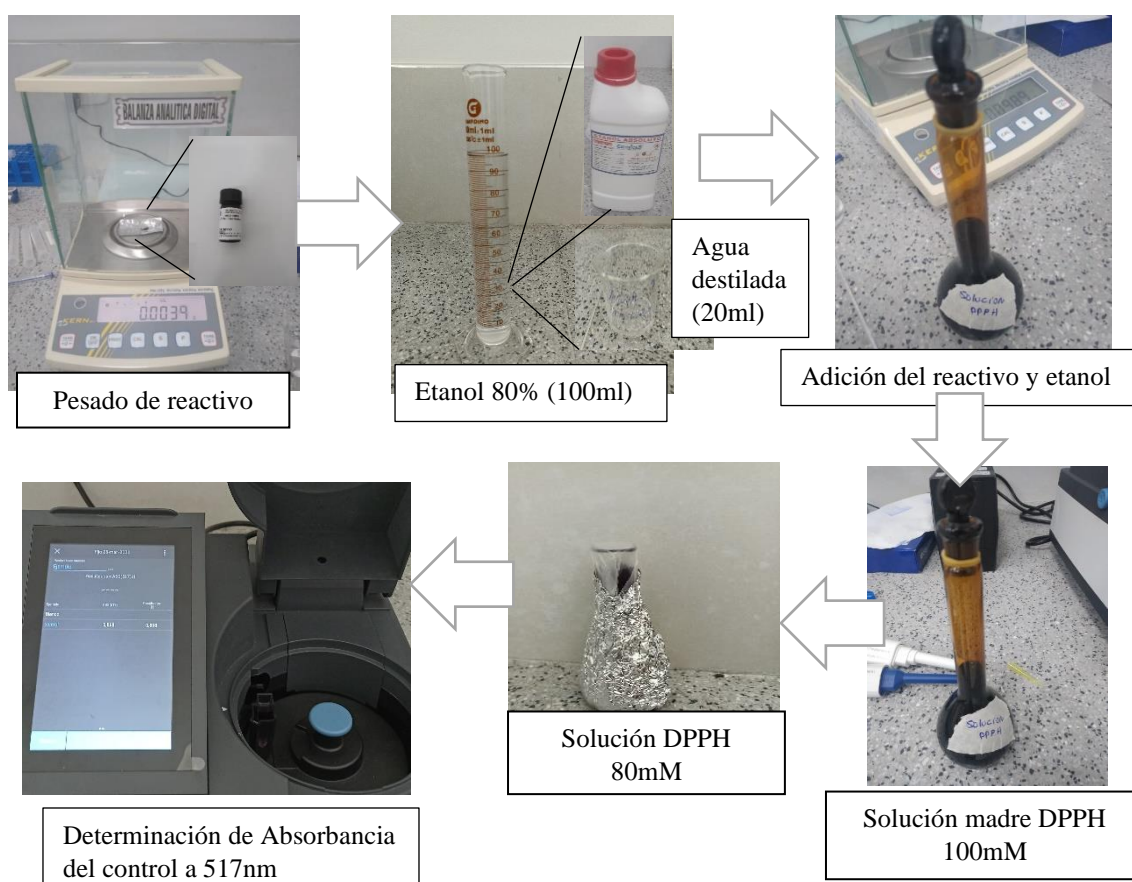
*Nota.* Los ingredientes sólidos (azúcar, cmc y leche en polvo), se pesaron y se mezclaron en seco para evitar la formación de grumos, fueron adicionados lentamente a la leche a una temperatura de 75° C. Las bases de helado se dejaron enfriar a una temperatura de 5°C, posteriormente se colocaron en refrigeración a 5° C durante 24 horas. Se adicionaron las cantidades de pulpas establecidas para cada formulación. Las formulaciones fueron batidas a una temperatura de -8°C x 20 min, este proceso se realizó por cuadruplicado dentro de las instalaciones de la empresa el chalan. Finalmente se procedió a envasarlos en recipientes de poliestireno de 100g, se taparon y se almacenaron en un congelador a -22°C.

**Figura 23***Proceso de elaboración de extractos metanólicos*

*Nota.* Se pesaron 2 g de cada muestra de helado, posteriormente se agregó 2 ml de metanol, la solución se homogenizó en un agitador Vórtex 2500rpm x 20 minutos. Se centrifugaron a 4500rpm x 20 min, seguidamente el sobrenadante se colocó en un tubo de vidrio este proceso se realizó 2 veces. Se agregó 1 ml a agua destilada a los sobrenadantes, se homogenizó a 2500rpm x 2 min y se centrifugaron a 4500rpm x 10 min. Finalmente, los extractos se cubrieron con papel aluminio y se pusieron en refrigeración hasta el momento de realizar los análisis de capacidad antioxidante.

**Figura 24**

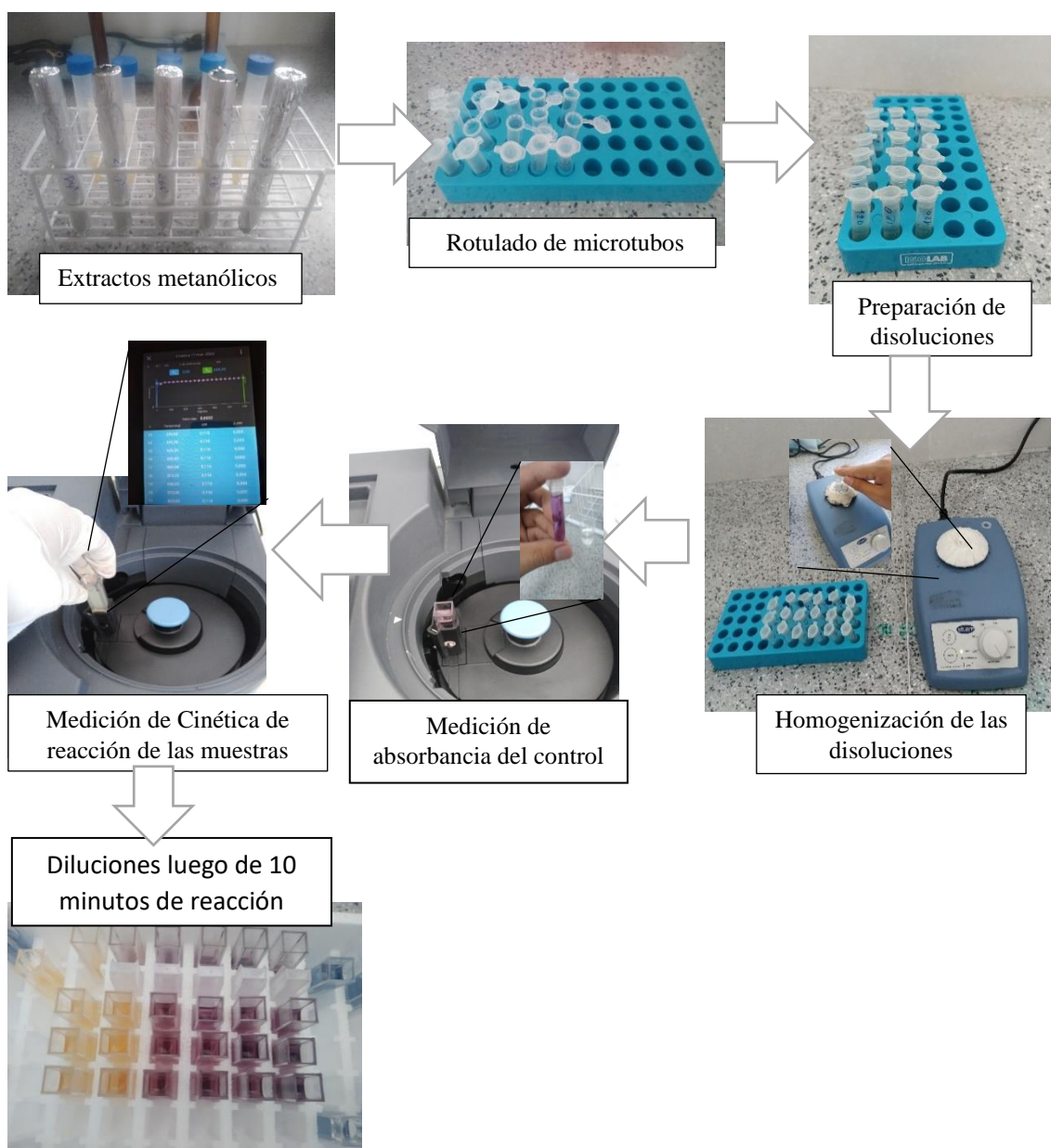
*Diagrama de proceso de preparación de solución DPPH*



*Nota.* Antes de determinar la capacidad antioxidante se preparó una solución de etanol al 80% (etanol: 80 ml y agua destilada: 20 ml), el cual se colocó en una Fiola junto con los 0.0039g del reactivo DPPH, seguidamente se agito y se midió la absorbancia. Al no tener la absorbancia requerida ( $< 0.90$ ), Se preparó una solución al 80 mM de DPPH a partir de la solución madre. Se midió la absorbancia a 517 nm obteniendo un valor dentro del rango establecido (0.898). Se utilizo como blanco: etanol + metanol agua (80:20).

**Figura 25**

*Proceso de determinación de capacidad antioxidante de los extractos*



*Nota.* Se prepararon disoluciones a concentraciones (120, 100, 50, 25, 12, 6 mg/ml) que contenían la muestra + metanol: agua (80:20) cada disolución se realizó por triplicado, en microtubos con una capacidad de 2ml. Se homogenizaron a 2500 rpm durante 2 min. Se realizó la medición de la absorbanza del control a 570nm, posteriormente se realizaron las cinéticas de reacción a 570nm colocando en una cubeta 100 ul de cada disolución en 2 ml de solución patrón durante 10 min. Se usó como blanco 100 ul de metanol: agua (80:20) + 2ml de etanol absoluto. Finalmente se determinó el porcentaje de inhibición mediante la fórmula establecida.



**Figura 26**

*Desarrollo de evaluación sensorial de las muestras de helado con participación de jueces semientrenados*



*Nota.* La evaluación sensorial de las 5 muestras de helado se realizó cumpliendo los protocolos de análisis sensorial respecto a los horarios, cantidad de muestras, cantidad de participantes entre otros aspectos técnicos controlados.

Figura 27

Tabla de números aleatorios

	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40
1	7.7.6.6	8.8.4.0	8.6.6.1	9.6.7.0	7.8.7.5	2.9.7.7	2.1.9.4	1.2.3.7	6.6.1.1	5.3.4.2
2	7.4.8.1	5.3.7.1	1.6.6.1	5.9.1.3	3.3.0.2	2.5.9.5	9.2.3.7	0.3.1.8	4.6.2.6	3.7.8.6
3	0.5.8.8	2.0.1.2	1.0.4.5	8.0.2.2	3.8.7.0	9.4.1.1	2.2.0.2	0.8.3.7	7.4.8.7	4.9.0.4
4	0.5.7.9	7.6.9.5	6.9.0.0	4.8.7.0	6.0.1.4	5.3.1.1	0.6.5.7	0.6.2.6	6.0.3.1	0.6.7.4
5	7.9.9.8	7.0.9.8	9.7.9.4	5.5.9.9	4.4.0.4	7.5.8.9	6.9.5.0	6.4.0.3	9.6.6.8	1.7.8.9
6	5.5.0.9	7.9.1.5	1.1.5.6	6.5.8.8	0.8.1.6	9.6.6.5	3.3.1.7	6.0.4.5	8.1.3.1	5.0.4.6
7	7.9.1.9	1.6.4.9	9.9.0.8	8.0.0.1	5.6.3.5	4.1.4.2	7.2.5.8	2.0.3.9	3.3.5.3	8.5.2.6
8	2.8.7.0	1.2.0.6	7.1.0.2	3.4.5.0	3.0.1.6	8.3.5.8	3.9.9.8	8.4.0.1	2.7.8.5	1.7.3.5
9	5.4.4.4	5.3.5.9	3.4.4.4	4.9.9.3	6.1.7.5	1.9.8.7	3.4.9.3	8.5.1.6	1.8.7.9	6.5.9.4
10	9.3.6.9	3.1.4.3	9.3.9.3	7.7.3.9	7.2.4.0	6.6.3.2	9.0.8.6	6.5.8.8	4.1.1.9	3.6.8.6
11	2.4.9.4	6.5.4.1	6.4.6.4	9.5.1.3	4.6.9.7	4.3.1.2	8.6.0.2	7.9.5.0	6.7.9.0	1.4.1.9
12	0.4.0.7	6.7.0.1	5.9.0.3	2.7.3.7	8.3.2.0	1.7.8.2	1.1.8.0	4.6.0.8	3.2.6.8	6.0.2.6
13	6.7.2.4	6.3.3.8	7.6.5.3	2.9.1.4	0.2.4.7	7.0.3.1	2.0.8.8	2.4.3.1	1.4.6.5	2.3.3.5
14	6.9.0.6	9.0.5.1	4.8.9.4	8.9.7.7	4.1.6.6	5.4.6.0	6.6.9.5	4.6.7.3	7.6.5.9	2.0.0.5
15	6.6.5.6	2.0.9.1	6.1.4.8	9.1.7.3	9.8.8.0	9.6.9.4	4.5.0.9	9.3.2.1	9.0.4.0	0.3.0.1
16	3.6.4.8	0.2.0.1	8.8.9.4	2.0.0.8	0.7.6.4	0.8.8.4	2.6.4.1	2.5.5.4	4.3.6.5	8.2.2.4
17	6.2.9.3	8.5.5.7	1.2.0.6	0.7.8.8	2.2.3.7	0.3.8.4	8.0.6.9	9.3.2.9	2.2.3.4	6.7.8.8
18	9.4.0.1	0.5.5.7	7.1.9.8	4.7.2.6	5.8.9.9	7.2.1.1	6.9.9.3	2.2.4.6	7.2.5.2	7.5.6.2
19	5.2.9.4	1.8.9.7	8.2.4.9	7.6.8.4	8.6.8.3	0.5.2.7	5.3.2.7	1.6.4.0	9.4.3.4	8.1.8.6
20	2.7.4.3	7.8.3.9	7.1.1.7	1.6.7.2	4.3.3.7	6.0.7.3	8.3.4.1	3.1.3.2	6.1.0.5	3.7.8.9
21	4.6.0.0	1.9.7.1	6.3.0.6	7.5.2.7	0.1.5.7	5.9.6.1	8.6.7.0	3.3.3.5	5.4.7.7	8.1.3.8
22	2.9.5.8	0.1.4.4	3.9.6.2	8.3.1.6	9.7.4.6	3.1.2.7	2.7.4.3	6.7.6.6	3.5.0.8	8.6.3.4
23	1.9.3.1	8.0.7.9	6.3.4.7	8.0.5.6	0.0.7.1	0.6.1.7	4.9.7.0	2.6.7.5	5.5.4.3	4.6.8.4
24	0.2.5.2	3.1.2.3	7.4.1.2	1.6.6.2	2.1.1.9	7.6.6.3	3.3.4.3	1.7.1.6	9.6.0.0	4.2.5.0
25	0.6.0.0	1.3.6.3	5.7.3.7	5.1.8.3	4.5.5.8	2.1.0.1	0.2.8.9	8.8.0.7	7.4.3.2	2.1.8.7

*Nota.* Facilito la asignación de códigos a las distintas muestras en estudio, permitiendo que cada número tenga la probabilidad de ser elegido. Tomado de *Tables of Random Sampling Numbers*, por Kendall & Babington-Smith, 1954, Cambridge University Press.

**Figura 28***Ficha de evaluación sensorial*

**FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

Fecha: \_\_\_\_\_ Hora \_\_\_\_\_ Lugar \_\_\_\_\_  
 Edad \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Por favor, pruebe las siguientes muestras de helado escriba los códigos en orden decreciente según los siguientes atributos: sabor, textura, color y preferencia general, en los cuadros ubicados en la parte inferior de la ficha.

Para ello realice una primera ordenación provisional y verifíquela posteriormente con una segunda degustación.

Recuerde tomar agua antes de evaluar cada muestra.

**Atributo sabor:**

+ más dulce - menos dulce

N° Muestra					
------------	--	--	--	--	--

**Atributo textura:**

+ muy suave - menos suave

N° Muestra					
------------	--	--	--	--	--

**Atributo color:**

+ mayor intensidad - menor intensidad

N° Muestra					
------------	--	--	--	--	--

**Atributo preferencia general:**

+ más preferido - menos preferido

N° Muestra					
------------	--	--	--	--	--

OBSERVACIONES:

---



---

[Gracias por su participación]

*Nota.* Ficha de ordenamiento de muestras de acuerdo a su valoración por cada atributo.

Adaptado de *escalas de categorías*. por Astudillo, 2016, Repositorio Institucional de la Universidad del Azuay (CC BY-NC-SA 3.0 EC).

**Figura 29***Tabla de recolección y tabulación de datos*

<b>Formulaciones</b>					
<b>Panelista</b>	<b>F1 (370)</b>	<b>F2 (176)</b>	<b>F3 (271)</b>	<b>F4 (184)</b>	<b>FC (266)</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
<b>Rango total</b>					

Rango menor = 1 = mayor atributo

Rango mayor = 5 = menor atributo

*Nota.* Mediante esta tabla se sistematizó la información proporcionada por los panelistas a fin de organizarla y asignarles a cada posición una clasificación del 1 al 5, para su posterior análisis aplicando una prueba de ordenamiento por rangos a fin de encontrar diferencias significativas entre las muestras y el control.

Figura 30

Tabla de diferencia de sumatoria ordinal crítica

TABLA G.5. Diferencia de sumatoria ordinal crítica para "tratamientos contra control" dos colas. Comparaciones al nivel de significancia del 5%.

Jueces	Número de muestras (incluye control)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	9	13	16	19	23	26	30	33	37	40
9	10	13	17	20	24	28	31	35	39	42
10	10	14	18	21	25	29	33	37	41	45
11	11	15	19	23	27	30	35	39	43	47
12	11	15	19	24	28	32	36	40	45	49
13	12	16	20	24	29	33	38	42	46	51
14	12	17	21	25	30	34	39	44	48	53
15	13	17	22	26	31	36	40	45	50	55
16	13	18	22	27	32	37	42	47	52	56
17	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58
18	14	19	24	29	34	39	44	49	55	60
19	14	19	24	29	35	40	45	51	56	61
20	14	20	25	30	36	41	46	51	58	63
21	15	20	26	31	36	42	48	53	59	65
22	15	21	26	32	37	43	49	55	60	66
23	15	21	27	32	38	44	50	56	62	68
24	16	22	27	33	39	45	51	57	63	69
25	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70
26	16	22	28	34	41	47	53	59	66	72
27	17	23	29	35	41	47	54	60	67	73
28	17	23	29	36	42	48	55	61	68	74
29	17	24	30	36	43	49	56	63	69	76
30	18	24	30	37	44	50	57	64	70	77
31	18	24	31	37	44	51	58	65	72	78
32	18	25	31	38	45	52	59	66	73	80
33	18	25	32	39	46	52	59	67	74	81
34	19	26	32	39	46	53	60	68	75	82
35	19	26	33	40	47	54	61	69	76	83
36	19	26	33	40	48	55	62	70	77	84
37	20	27	34	41	48	55	63	71	78	85
38	20	27	34	41	49	56	64	72	79	87
39	20	27	35	42	50	57	65	72	80	88
40	20	28	35	43	50	58	65	73	81	89
41	21	28	35	43	51	58	66	74	82	90
42	21	28	36	44	51	59	67	75	83	91
43	21	29	36	44	52	60	68	76	84	92
44	21	29	37	45	53	60	69	77	85	93
45	21	29	37	45	53	61	69	78	86	94
46	22	30	38	46	54	62	70	79	87	95
47	22	30	38	46	54	62	71	79	88	96
48	22	30	38	47	55	63	72	80	89	97
49	22	31	39	47	55	64	72	81	90	98

Continúa

Nota. Permitted encontrar el valor crítico para su posterior comparación con los valores obtenidos de las restras entre la suma de rangos de cada formulación y la del control. Por consiguiente, determinar si hay diferencias significativas entre las muestras y el control.

Tomado de *Evaluación sensorial de los alimentos: métodos analíticos*, (p. 245), por Pedredo & Pangborn, 1989, Editorial Alhambra Mexican.