



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**TEMA:**

**Uso de almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)  
como estabilizante en la producción de helado natural.**

**AUTOR:**

**Lara Medina, Erick Geovanny**

**Trabajo de integración curricular previo a la  
obtención del título de Ingeniero Agroindustrial**

**TUTORA**

**Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**15 de febrero del 2024**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Lara Medina Erick Geovanny**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**.

**TUTORA**

---

**Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

**Ing. Pincay Figueroa Paola, M. Sc.**

**Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Lara Medina Erick Geovanny**

**DECLARO QUE:**

**El Trabajo de Integración Curricular, Uso de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) como estabilizante en la producción de helado natural**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024**

**EL AUTOR**

---

**Lara Medina Erick Geovanny**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Lara Medina Erick Geovanny**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el **Trabajo de Integración Curricular, Uso de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) como estabilizante en la producción de helado natural**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 15 días del mes de febrero del año 2024**

**EL AUTOR**

---

**Lara Medina Erick Geovanny**



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

## CERTIFICACIÓN COMPILATIO

El firmante, revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Uso de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) como estabilizante en la producción de helado natural**, presentado por el estudiante **Lara Medina Erick Geovanny**, de la carrera de **Agroindustria**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

TESIS Efraín Paredes

0%  
Textos sospechosos

Similitudes (ignorado)  
0% similitudes entre comillas (ignorado)  
< 1% entre las fuentes mencionadas (ignorado)  
Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: TESIS Efraín Paredes.docx ID del documento: 4416f35bcc27bd47ef874801c9ad1649e55ab3a6 Tamaño del documento original: 21.12 MB	Depositante: Bella Cecilia Crespo Moncada Fecha de depósito: 15/2/2024 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 15/2/2024	Número de palabras: 19.665 Número de caracteres: 134.582
--	--	---

Ubicación de las similitudes en el documento:  
||

Fuente: COMPILATIO-Usuario Bella Crespo, 2024

Certifica,

---

**Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.**  
Revisor – COMPILATIO

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi agradecimiento a Dios, quien me brindó la fortaleza y sabiduría en cada instancia, extendiéndome su mano para alcanzar un nuevo logro.

Mi reconocimiento especial a mis padres, quienes estuvieron presentes, ofreciéndome apoyo y fortaleza, siendo una fuente de alegría en mi camino.

Agradezco sinceramente a los docentes y autoridades de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo. En especial, agradezco a mi tutora, la Ing. Bella Crespo Moncada, por su guía y apoyo durante esta investigación académica.

Aprecio también a mis amigos, quienes forman parte integral de este proyecto y son, sin duda, personas extraordinarias.

**Erick Geovanny Lara Medina**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este logro a mis padres Geovanny Francisco Lara Medina, Sonia España Medina Ulloa, así como a todas las personas que me respaldaron en todo momento, estando a mi lado cuando más los necesitaba y evitando que me rindiera.

Agradezco a mis compañeros, solidaridad, consejos y por permanecer incondicionalmente a mi lado en momentos tanto positivos como desafiantes.

**Erick Geovanny Lara Medina**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA  
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.**  
TUTORA

---

**Ing. Paola Pincay Figueroa, M. Sc.**  
DIRECTORA DE LA CARRERA

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.**  
COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.**  
TUTORA

## ÍNDICE GENERAL

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.....	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	4
<b>2</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1	Industria Láctea en el Ecuador.....	4
2.2	Helado.....	5
2.2.1	Helado Artesanal.....	5
2.2.2	Helado Industrial.....	5
2.2.3	Leche.....	6
2.2.4	Azúcar.....	6
2.2.5	Grasa.....	7
2.2.6	Saborizantes.....	7
2.2.7	Colorantes.....	7
2.2.8	Estabilizantes.....	8
2.2.9	Vida útil del helado.....	10
2.2.10	Overrum.....	10
2.3	Proceso de elaboración del helado.....	11
2.3.1	Preparación de la mezcla.....	11
2.3.2	Pasteurización.....	12
2.3.3	Homogenización.....	12
2.3.4	Enfriamiento de la mezcla.....	13
2.3.5	Maduración.....	13
2.3.6	Congelación.....	13
2.3.7	Envasado.....	14
2.3.8	Comercialización.....	14
2.4	Generalidades de la de zanahoria blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ).....	14
2.4.1	Valor nutricional de la zanahoria blanca.....	15
2.5	Fundamentación Legal.....	15
2.6	Costo – Beneficio.....	15

<b>3</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>16</b>
3.1	Lugar de ejecución.....	16
3.2	Equipos, materiales y materias primas.....	17
3.2.1	Materia prima. ....	17
3.2.2	Equipos. ....	17
3.3	Enfoque .....	18
3.4	Diseño de investigación .....	18
3.5	Tipo de investigación .....	18
3.6	Población y muestra.....	19
3.7	Metodología para la obtención de almidón de zanahoria blanca 19	
3.7.1	Diagrama de flujo para la obtención de almidón de zanahoria blanca. ....	19
3.8	Caracterización física del almidón de zanahoria blanca .....	21
3.8.1	Determinación de cenizas totales. ....	22
3.8.2	Temperatura de gelatinización. ....	22
3.8.3	Determinación del índice de absorción y solubilidad de agua.. 22	
3.9	Proceso de elaboración del helado .....	23
3.9.1	Diagrama de flujo para la preparación del helado. ....	23
3.10	Tratamiento estadístico.....	25
3.10.1	Formulación de referencia. ....	25
3.10.2	Restricciones establecidas.....	25
3.10.3	Combinaciones de los tratamientos. ....	25
3.11	Elección de los mejores tratamientos .....	26
3.12	Análisis que se realizaron al producto final .....	27
3.12.1	Análisis físico - químico.....	28
3.12.2	Análisis microbiológicos. ....	28
3.13	Plan de procesamiento y análisis de datos .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>30</b>
4.1	Caracterización física del almidón de zanahoria blanca .....	30
4.1.1	Determinación de cenizas totales. ....	30
4.1.2	Determinación de la temperatura de gelatinización. ....	30

4.1.3	Determinación de índice de absorción y solubilidad de agua..	31
4.2	Determinación del tratamiento con mayor aceptación .....	31
4.3	Calidad física y química del mejor tratamiento de helado con estabilizante de zanahoria blanca .....	32
4.3.1	Análisis de proteína. ....	33
4.3.2	Análisis de grasa. ....	33
4.3.3	Prueba de derretimiento. ....	34
4.3.4	Porcentaje de <i>overrun</i> . ....	34
4.4	Análisis microbiológicos del mejor tratamiento .....	34
4.5	Determinación del costo/beneficio de la producción de helado duro con almidón de zanahoria blanca .....	35
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
5.1	Conclusiones .....	36
5.2	Recomendaciones .....	36

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Calidad del helado según su porcentaje de overrun .....	11
<b>Tabla 2.</b> Información nutricional de la zanahoria blanca .....	15
<b>Tabla 3.</b> Restricciones de la composición del helado .....	25
<b>Tabla 4.</b> Formulaciones de tratamientos.....	26
<b>Tabla 5.</b> Sólidos totales .....	26
<b>Tabla 6.</b> Formulaciones (%) .....	27
<b>Tabla 7.</b> Parámetros y métodos del análisis microbiológico del helado .....	28
<b>Tabla 8.</b> Parámetros y escala del QDA.....	29
<b>Tabla 9.</b> Tratamiento seleccionado.....	32
<b>Tabla 10.</b> Análisis físicos y químicos del helado .....	33
<b>Tabla 11.</b> Análisis microbiológico del mejor tratamiento .....	35
<b>Tabla 12.</b> Costo de producción del helado .....	35
<b>Tabla 13.</b> Costo – Beneficio .....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de ensayo.....	17
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del almidón de zanahoria blanca .....	20
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo de la elaboración del helado.....	24
<b>Figura 4.</b> Análisis sensorial .....	32

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito evaluar el almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) como estabilizante en la producción de helado duro. Este estudio se llevó a cabo bajo una metodología experimental, para comprobar la efectividad del almidón se desarrolló un estudio físico que compruebe su capacidad como estabilizante, luego para la elaboración del helado se usó el programa estadístico Design Expert versión 6 donde se generaron 23 tratamientos, de los cuales cinco fueron escogidos en base a una revisión bibliográfica, mayor número de sólidos totales y previos ensayos experimentales. Los parámetros sensoriales del helado fueron evaluados por un panel conformado por alumnos de la carrera de Nutrición, Estética y Dietética de la UCSG. Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial dieron como resultado la siguiente formulación: agua 59.15 %, sólidos no grasos 9 %, materia grasa 15.5 %, edulcorante 16 % y estabilizante 0.35 %; la misma que cumplió con los requisitos de la norma INEN 706 (2013). El costo – beneficio fue de USD 3.12 lo que refleja que la producción del helado es factible, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.81 por cada envase de un litro vendido.

**Palabras clave:** *helado, almidón de zanahoria blanca, estabilizante, solidos totales.*

## ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate white carrot starch (*Arracacia xanthorrhiza*) as a stabilizer in the production of hard ice cream. This study was carried out under an experimental methodology, to verify the effectiveness of starch, a physical study was developed to verify its capacity as a stabilizer, then the statistical program Design Expert version 6 was used to prepare the ice cream, where 23 treatments were generated. of which five were chosen based on a bibliographic review, a greater number of total solids and previous experimental tests. The sensory parameters of the ice cream were evaluated by a panel made up of students from the Nutrition, Aesthetics and Dietetics program at UCSG. The results obtained from the sensory evaluation resulted in the following formulation: water 59.15%, non-fatty solids 9%, fat 15.5%, sweetener 16% and stabilizer 0.35%; the same one that met the requirements of the INEN 706 (2013) standard. The cost – benefit was USD 3.12, which reflects that the production of ice cream is feasible, since an income of USD 0.81 is obtained for each one-liter container sold.

**Keywords:** *ice cream, white carrot starch, stabilizer, total solids.*

# 1 INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria se encuentra en un constante proceso de evolución, enfocándose en la búsqueda de alternativas que sean más saludables y naturales para satisfacer las cambiantes demandas de los consumidores que muestran una creciente preocupación por su bienestar. Los productores están dirigiendo su atención hacia la innovación de ingredientes de origen natural, con el propósito de mejorar la calidad y el valor nutricional de productos icónicos como el helado.

En este contexto, surge el uso de la zanahoria blanca, denominada científicamente como *Arracacia xanthorrhiza*, como un recurso prometedor y aún poco explorado. Esta raíz, oriunda de las regiones andinas, no solo destaca por sus excepcionales propiedades nutricionales, sino también por la presencia de un almidón singular que podría desempeñar un papel crucial como agente estabilizante en la producción de helado duro.

La creciente conciencia de los consumidores acerca de la importancia de una alimentación equilibrada y saludable ha generado inquietudes en relación con la presencia de ingredientes sintéticos en sus alimentos. Este cambio de mentalidad ha impulsado una mayor demanda de productos alimentarios que empleen ingredientes naturales y mínimamente procesados.

El helado, siendo un alimento apreciado a nivel global, tradicionalmente ha implicado el uso de estabilizantes artificiales en su producción, lo cual ha generado preocupaciones sobre la calidad y la seguridad alimentaria. En consonancia con la tendencia hacia el empleo de ingredientes naturales y saludables en la fabricación de helados, el almidón de zanahoria blanca emerge como una opción innovadora. Este almidón no solo tiene el potencial de mejorar la textura y la estabilidad del helado, sino que también aporta beneficios nutricionales adicionales, otorgando así un valor agregado al producto final.

Si bien el consumo de helados en Ecuador aún se encuentra por debajo de los niveles observados en otros países, como Chile, donde cada persona consume en promedio 6.5 litros al año, existe un potencial evidente para aumentar el consumo en Ecuador, que actualmente se ubica en 1.9 litros por persona al año. Esto ha motivado a los fabricantes locales a invertir en nuevos proyectos destinados a expandir y diversificar la producción de helados. La demanda en Ecuador se estima en 270 millones de unidades al año, incluyendo tanto los helados producidos de forma artesanal como los de la industria.

La presente investigación tiene como objetivo explorar detalladamente la utilización del almidón de zanahoria blanca como estabilizante en la producción de helado duro. A través de un enfoque de investigación exhaustiva, se analizará la capacidad de este almidón para mejorar la textura, la estabilidad y la calidad general de los helados. Además, se llevará a cabo un análisis de la percepción y aceptación por parte de los consumidores, junto con una evaluación de las perspectivas para su implementación en la industria de la heladería.

El proyecto no solo contribuirá al conocimiento científico en torno a la aplicación de ingredientes naturales en la industria alimentaria, sino que también proporcionará información valiosa acerca de cómo el almidón de zanahoria blanca podría transformar la experiencia de consumir helado, al brindar una alternativa más saludable y sostenible. La zanahoria blanca, con su potencial aún inexplorado, se convierte en un componente clave en la búsqueda de alternativas innovadoras y nutritivas en la producción de helado.

Por lo expuesto, los objetivos del Trabajo de Integración Curricular son:

## **1.1 Objetivos.**

### **1.1.1**

### **Objetivo general.**

Usar el almidón de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) como estabilizante en la producción de helado natural en la ciudad de Guayaquil.

### **1.1.2**

### **Objetivos específicos.**

- Caracterizar físicamente el almidón de zanahoria blanca obtenido.
- Desarrollar la metodología para la producción de helado duro con adición de almidón de zanahoria blanca.
- Escoger el mejor tratamiento mediante una evaluación sensorial.
- Realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del mejor tratamiento.
- Determinar el costo/beneficio de la producción de helado con el uso de almidón de zanahoria blanca como estabilizante.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Industria Láctea en el Ecuador**

El sector productor lácteo es un pilar fundamental en el país ya que aproximadamente 1.2 millones de personas viven de la producción de leche, en los primeros cuatro meses del año 2020 la industria láctea ecuatoriana

produjo cerca de 34.2 millones de litros de leche mientras que, en años anteriores, en los primeros cuatrimestres, la producción era alrededor de 660 millones de litros (Centro de la industria láctea del Ecuador, 2022).

Más de un millón de ecuatorianos trabajan en la producción de leche, por lo que la reactivación de este sector influye bastante en la economía del país; La pandemia generó que los ecuatorianos cambien sus hábitos de consumo y tengan como preferencia productos nacionales de mejor calidad, por otro lado covid-19 afectó tanto al sector económico como productivo del país, el gobierno nacional junto con los gremios empresariales elaboró planes para la reactivación del sector. Desde el comienzo de la pandemia las industrias lácteas elaboraron planes de bioseguridad para los procesos de producción y mejoraron su sistema de logística (Centro de la industria láctea del Ecuador, 2022).

## **2.2 Helado**

El helado es un postre lácteo congelado que gusta en todo el mundo, este producto es elaborado a partir de ingredientes lácteos emulsionantes, estabilizantes y edulcorantes, es decir, sacarosa o dextrosa. Las excepciones son con el uso de frutas o pulpa de frutas durante su producción (Shah, 2016).

Los fabricantes utilizan diferentes tipos de estabilizadores para mejorar la estabilidad y la sensación en la boca del producto, estos estabilizadores reaccionan de manera diferente con otros ingredientes y brindan características variables a los productos (Shah, 2016)

### **2.2.1**

#### **Helado Artesanal.**

El helado artesanal se produce en pequeñas cantidades, elaborado con producto fresco y con venta directa al consumidor como alimento listo para el consumo (Conficoni et al., 2017).

### **2.2.2**

#### **Helado Industrial.**

El helado industrial se produce en gran escala en industrias centralizadas, su diferencia con los productos artesanales se encuentra en el

tipo de ingredientes utilizados, ya que pueden ser elaborados a partir de leche en polvo reconstituida y grasas vegetales (Conficoni et al., 2017).

A continuación, se describe a detalle las diferentes materias primas utilizadas para la elaboración de helado.

### **2.2.3 Leche.**

Los ingredientes fundamentales del helado provienen de la leche, siendo los lácteos determinantes para las propiedades del producto congelado final, las regulaciones federales estipulan que el helado debe tener al menos un 10 % de grasa de leche, constituyendo este ingrediente como el más esencial, de manera que el uso de porcentajes variables de grasa láctea afecta la palatabilidad, la suavidad, el color, la textura y el valor alimenticio del producto terminado, por lo tanto para obtener un helado debe contener al menos un 12 % de grasa de leche (International Dairy Foods Association, 2019).

El helado contiene sólidos no grasos (la parte proteica no grasa de la leche) que aporta valor nutricional (proteínas, calcio, minerales y vitaminas). La leche en polvo sin grasa, descremada y entera son las fuentes habituales de sólidos sin grasa (International Dairy Foods Association, 2019).

Las proteínas de la leche, caseína y proteína de suero, y los polisacáridos son dos componentes que contribuyen a las propiedades estructurales y de textura del helado, durante la mezcla líquida de la materia prima, una parte de la proteína estabiliza las gotas de grasa y la otra parte está presente en la fase acuosa, lo que potencia la viscosidad de la mezcla (Cheng et al., 2015).

### **2.2.4 Azúcar.**

En los helados, el azúcar aumenta el contenido de sólidos solubles en la mezcla, reduciendo su punto crioscópico, adicionalmente, estas moléculas reducen la formación de cristales de hielo durante la elaboración del helado al aumentar la viscosidad de la fase acuosa (López-Martínez, 2021).

Como resultado, el azúcar suele ser un ingrediente esencial en la receta de helado, sin embargo, el consumo excesivo de azúcares y grasas puede derivar en enfermedades crónicas como la obesidad o la diabetes tipo 2 (DiNicolantonio et al., 2016).

### **2.2.5 Grasa.**

La grasa parcialmente fusionada forma una red que estabiliza la estructura de las burbujas de aire y espuma en el helado y, como resultado, mejora el comportamiento de fusión (Goff, 2013). Durante el almacenamiento, la grasa de la leche también juega un papel importante en el sabor del helado debido a su papel como portador de las notas de sabor, también se cree que interactúa con otros componentes para desarrollar una mejor textura, cremosidad, percepción en la boca y la sensación general de lubricidad (Akbari et al., 2019). Además, los glóbulos de grasa reducen el espacio disponible para los cristales de hielo y limitan su formación (Marshall, 2013).

### **2.2.6 Saborizantes.**

Los aromas son sustancias o mezclas de sustancias con un aroma característico, pueden ser idénticos a los que se encuentran en la naturaleza, que se obtienen de procesos físicos o químicos de aislamiento o síntesis, pueden ser, naturales, iguales a los naturales o artificiales, son puros con una estructura química definida, o preparaciones concentradas o no concentradas que tienen sabor y aroma y se obtienen a partir de productos vegetales o animales mediante procesos físicos, microbiológicos o enzimáticos (Alimentarius, 1995).

### **2.2.7 Colorantes.**

El color se emplea en los productos alimenticios con el propósito de mejorar el aspecto visual y atractivo, lo cual influye de manera significativa en la decisión de los consumidores al seleccionar alimentos en los estantes, estos aditivos tienen la función de resaltar los colores naturales que pueden deteriorarse durante el proceso de fabricación o almacenamiento, y en

algunos casos, se utilizan para conferir un tono diferente al original (Carocho et al., 2015).

#### **2.2.7.1**

#### ***Colorante natural***

Un colorante de origen natural se refiere a una sustancia extraída de recursos vegetales, animales o minerales, la cual se emplea en la industria de alimentos para proporcionar color a productos alimenticios y bebidas, sin la necesidad de utilizar compuestos sintéticos o artificiales, estos pigmentos suelen obtenerse de frutas, verduras, especias, hierbas u otras fuentes naturales, con el propósito de realzar la apariencia visual de los productos comestibles (Nuria, 2002).

Los colorantes naturales se pueden clasificar en tres grupos, el primero es basado en su estructura química, el segundo en fuentes de producción y el tercero en los métodos de aplicación (Yasuf et al., 2017).

#### **2.2.8**

#### **Estabilizantes.**

Los estabilizantes alimenticios son componentes que ayudan a la creación o conservación de mezclas homogéneas de más de dos fases no mezclables, como por ejemplo el aceite y el agua en los alimentos (Smith, 2015).

Los estabilizantes, también conocidos como tensioactivos, están compuestos por moléculas anfifílicas que actúan para formar y estabilizar coloides, emulsiones y espumas, a medida que disminuye el exceso de estabilizador, los cristales de hielo y las células de aire se vuelven más pequeñas (Sameen et al., 2017).

Los estabilizantes sólidos pueden cristalizar en una serie de estructuras cristalinas conocidas como formas polimórficas, estos a su vez, cuando se mezclan con agua, las moléculas pueden agregarse en meso fases que pueden resultar útiles para controlar las propiedades físicas de algunos alimentos (Hasenhuettl, 2008).

Los estabilizadores y espesantes suelen ser biopolímeros como hidrocoloides y proteínas; por lo tanto, los emulsionantes se utilizan dentro de los sistemas alimentarios para disminuir la tensión superficial de las dispersiones, emulsiones, espumas y suspensiones, donde se requiere la estabilización de los productos de dos fases (Young, 2014).

Los estabilizadores alimentarios son aditivos que se utilizan para mantener la apariencia y textura de los alimentos como salsas, cremas, batidos o helados; dentro de la familia de estabilizadores, destacan los emulsionantes, espesantes y gelatinas, los estabilizadores más comunes utilizados por la industria alimentaria son el ágar-ágar, las pectinas, la goma guar, las harinas modificadas, entre otros (Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002).

Aunque estos aditivos han demostrado ser útiles en algunos casos, su eficacia es limitada y pueden no cumplir con todos los requisitos deseados por el usuario, además, su campo de aplicación también es limitado y algunos productos solo son útiles en ciertos alimentos, como los lácteos, debido a que se activan fácilmente en condiciones específicas, como altos niveles de calcio (Ministerio de Sanidad y Consumo de España, 2002).

Uno de los aditivos es la carboximetilcelulosa, este polímero se obtiene a partir de celulosa purificada de algodón y pulpa de madera y se modifica químicamente mediante la sustitución de los hidrógenos por grupos carboximetilos (Kilara y Ranesh, 2006).

En su estructura se encuentra un grupo carboxílico hidrofílico que mejora la solubilidad en el agua, está compuesto por unidades de anhidroglucosa de larga cadena con carga negativa, lo que le da estabilidad a la mezcla y reduce la precipitación de la caseína, no requiere calentamiento para su hidratación y actúa como un fuerte estabilizador, solo se necesita en una cantidad del 0.1 % al 0.2 % para aportar consistencia y masticabilidad a la mezcla, no tiene la capacidad de formar estructuras fuertes por sí mismo, por

lo que se suele utilizar en combinación con carragenina, algarrobo o guar (Jaimes-Duque, Ramírez-Navas y Rodríguez de Stouvenel, 2017).

### **2.2.9**

### **Vida útil del helado.**

La durabilidad del helado depende en gran medida de cómo se almacena y se distribuye, lo importante es evitar cambios bruscos de temperatura y asegurar un proceso adecuado; los cristales de hielo son relativamente inestables y pueden cambiar de tamaño, cantidad y forma en un proceso llamado recristalización, si la temperatura aumenta durante el almacenamiento, algunos de los cristales, especialmente los más pequeños, se derretirán y habrá un aumento en la cantidad de agua no congelada; por el contrario, si la temperatura disminuye, el agua no congelada volverá a cristalizar, pero se depositará en la superficie de los cristales más grandes en lugar de formar nuevos núcleos, lo que disminuirá el número total de cristales y aumentará el tamaño promedio de los mismos, se puede minimizar la recristalización manteniendo temperaturas bajas y constantes durante el almacenamiento del producto (Bejarano y Silva, 2010).

Cuando se mantiene la temperatura entre -30 y -40 °C (temperatura óptima), el helado puede permanecer estable durante períodos casi indefinidos sin aumento en el tamaño de los cristales de hielo, es importante señalar que la temperatura práctica se encuentra alrededor de los -25 a -30 °C; por encima de esa temperatura, los cristales de hielo pueden crecer y las burbujas de aire pueden expandirse, lo que limita la vida útil del producto y compromete sus características físicas originales (Bejarano y Silva, 2010).

### **2.2.10**

### **Overrum.**

El *overrum* es el aire que se incorpora en el helado, el cual proporciona una textura ligera e influye en las propiedades físicas de fusión y dureza; sin embargo, no es solo la cantidad de aire incorporado, o exceso, sino también la distribución de tamaños de las celdas de aire lo que influye en estos parámetros, la fabricación de helado de alta calidad requiere un control cuidadoso tanto de la distribución del tamaño de las celdas de aire como del *overrum*; si bien, se ha prestado muy poca atención a la distribución del

tamaño de las celdas de aire durante la fabricación y el almacenamiento del helado (Sofjan y Hartel, 2004).

Existen numerosos factores que influyen en el desarrollo de las células de aire en los helados; al congelarse, las fuerzas de cizallamiento durante la mezcla rompen las burbujas más grandes en otras más pequeñas, para descomponer las celdas de aire en tamaños pequeños, se requiere un alto esfuerzo cortante local, este esfuerzo cortante se rige por el impulsor de mezclado y la viscosidad de la suspensión de helado a medida que se forma, y está relacionado con la cantidad de hielo formado y la viscosidad de la fase continua (concentrado por congelación); a medida que se forma una nueva superficie de celda de aire durante la congelación del helado, debe estabilizarse de alguna manera para evitar la coalescencia (Sofjan y Hartel, 2004).

La calidad de los helados de acuerdo con el porcentaje de overrum suministrado se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Calidad del helado según su porcentaje de overrum y de sólidos totales*

<b>Tipo de helado</b>	<b>Porcentaje de overrum</b>	<b>Porcentaje de sólidos totales</b>
Super premium	25 - 50	> 40
Premium	60 – 90	38 – 40
Estándar	100 – 120	36 – 38
Económico	> 120	35 – 38

**Nota:** Tomado de The science of ice cream (Clarke, 2015), adaptado por El Autor

## **2.3 Proceso de elaboración del helado**

### **2.3.1**

### **Preparación de la mezcla.**

La mezcla de los componentes se lleva a cabo en un recipiente de acero inoxidable equipado con un agitador de alta velocidad y un sistema de calentamiento, el propósito de este proceso es distribuir, combinar e hidratar los ingredientes que componen la base del helado, los ingredientes se agitan

en un orden específico, primero las fases líquidas y luego los componentes sólidos, con el fin de lograr su completa disolución, en el caso de los estabilizantes, se requiere una etapa previa de premezcla con azúcar cristalino para prevenir la formación de grumos en la mezcla, la precisión con la que se pesa o se mide el volumen de los componentes de la mezcla garantiza la consistencia en la formulación y la obtención de un producto final uniforme en cada ocasión (Paulazzo, 2022).

### **2.3.2 Pasteurización.**

El propósito fundamental de la pasteurización radica en la eliminación de los agentes patógenos con el objetivo de lograr la eliminación del 99.9 % de los microorganismos presentes y desactivar ciertas enzimas que podrían dar lugar a modificaciones en el sabor del alimento durante su vida útil; es importante señalar que, en el caso de los helados, la pasteurización desempeña un papel relevante en la disolución de las proteínas y los estabilizantes; adicionalmente, se observa un aumento en la capacidad de retención de agua de las proteínas de suero, lo que contribuye a la estabilización de la mezcla (Paulazzo, 2022).

Es crucial destacar que el proceso completo de pasteurización debe ir seguido de un enfriamiento rápido de la mezcla a una temperatura de aproximadamente 4 o 5 °C, esto tiene como objetivo prevenir la proliferación de microorganismos supervivientes y evitar potenciales cambios en la mezcla (Paulazzo, 2022).

### **2.3.3 Homogenización.**

La homogenización se lleva a cabo mediante dispositivos conocidos como homogeneizadores, generan una reducción en las dimensiones de los glóbulos de grasa mediante la aplicación de, el propósito fundamental de esta etapa es disminuir y uniformizar el tamaño de los glóbulos grasos, con el fin de lograr una emulsión estable, esto previene que la grasa se segregue del resto de los componentes y ascienda a la superficie debido a su menor densidad; además, esta operación conlleva a una mejora en la textura y el

brillo de la mezcla, lo que la hace más atractiva para los consumidores (Mayta-Hancco et al., 2020).

#### **2.3.4 Enfriamiento de la mezcla.**

Esta etapa implica el enfriamiento gradual de la mezcla a una temperatura de 3 a 6 °C en el transcurso de una hora, el propósito principal de este paso es evitar que los microorganismos que hayan sobrevivido a la pasteurización se reproduzcan y promuevan el proceso de cristalización de la materia grasa; por lo tanto, la mezcla enfriada se introduce en recipientes de acero inoxidable conocidos como maduradores (Paulazzo, 2022).

#### **2.3.5 Maduración.**

La fase de maduración involucra el mantenimiento de la mezcla en los tanques de maduración a una temperatura que no exceda los 6 °C, y esta condición se mantenga durante un lapso que no sobrepasa las 24 horas, este proceso reviste una importancia fundamental en la obtención de un helado de la más alta calidad ya que en esta etapa se logra una utilización completa y efectiva de los ingredientes empleados (CAA, 2021).

#### **2.3.6 Congelación.**

En esta fase, la mezcla se somete a un proceso de aireación, batido y congelación en un equipo conocido como mantecadora, el cual puede ser de tipo continuo o por batches, esta etapa es muy importante ya que se forma el cuerpo del helado y la calidad del mismo, en este proceso se introduce aire comprimido en la mezcla hasta alcanzar niveles óptimos de overrum y buena textura; por último la etapa de congelación debe llevarse a cabo de manera rápida para formar cristales de hielo que aportaran al producto características texturales, el producto entra en la mantecadora a temperaturas de 4 y 6 °C y sale con una textura pastosa con temperaturas de -4 y 7 °C, la temperatura de congelación debe ser entre -20 a -25°C para obtener una buena viscosidad (Paulazzo, 2022).

### **2.3.7**

### **Envasado.**

Una vez el producto sale de la mantecadora, se procede a envasar en recipientes aptos para envasar alimentos en términos de forma, tamaño y aspecto, dependiendo al tipo de producto que se está elaborando, estos envases deben ser atractivos, asequibles, de fácil manejo para el consumidora demás y deben permitir un adecuado proceso de endurecimiento, la información en las etiquetas de los envases debe estar en conformidad con las regulaciones actuales establecidas por la entidad reguladora de cada país (Bosset et al., 1995).

### **2.3.8**

### **Comercialización.**

El helado se extrae de la cámara de almacenamiento en frío y se transporta a los puntos de venta en vehículos refrigerados a una temperatura de -27 °C; en la práctica, es inevitable que el producto experimente variaciones de temperatura durante el proceso, lo que provoca que una parte del agua congelada se convierta en fase líquida, afectando en consecuencia su textura y estructura (Paulazzo, 2022).

## **2.4 Generalidades de la de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*)**

La zanahoria blanca conocida como Arracacha, es probable que sea una de las plantas andinas cultivadas más antiguas, y su domesticación ocurrió antes que la de la papa, es la única planta de la familia Apiaceae que se ha domesticado a través de la propagación vegetativa en las Américas (Mazón et al., 1996).

Esta variedad de zanahoria presenta almidón con gránulos de tamaño reducido y una digestibilidad que abarca un rango del 10 % al 25 %; además, contiene abundantes cantidades de fósforo, hierro, vitaminas, carotenoides y otros nutrientes importantes; aunque se ha recomendado su inclusión en la dieta de niños, ancianos y personas enfermas, y se ha demostrado su potencial en aplicaciones industriales, su cultivo aún no ha sido aprovechado a gran escala (Mazón et al., 1996).

### 2.4.1

### Valor nutricional de la zanahoria blanca.

La información nutricional de la zanahoria blanca se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

Información nutricional de la zanahoria blanca

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Calcio	0.15	%
Fósforo	0.17	%
Magnesio	0.07	%
Sodio	0.09	%
Potasio	2.13	%
Cobre	8.3	ppm
Hierro	139.5	ppm
Manganeso	9.5	ppm
Zinc	9.1	ppm
Yodo	0.2	ppm

**Nota:** Laboratorio de nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina (1995), adaptado por El Autor

## 2.5 Fundamentación Legal

La investigación busca evaluar el uso del almidón de zanahoria blanca como estabilizante para la producción de helado duro tal como lo hizo Navarro., et al (2017) cuando evaluaron el desempeño del almidón de yuca en los helados. Para Jaramillo Puertas (2012) que evaluó el almidón de achira, cumpliendo con los principios que respalda la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria NTE INEN 706:2013 la cual establece los requisitos a seguir. Esta norma es aplicable para helados aptos para el consumo o mezclas base de helados, y también para los ingredientes que se ocupan para su producción ya sea frutas, componentes a base de harina entre otros (NTE INEN 706, 2013).

## 2.6 Costo – Beneficio

Este procedimiento involucra la evaluación de un proyecto particular, lo cual implica determinar a través de diversas metodologías financieras y de gestión la suma total de costos y beneficios asociados a todas las alternativas

disponibles. Este análisis tiene como objetivo la selección de la opción más favorable o rentable (Jácome y Carvache, 2017).

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

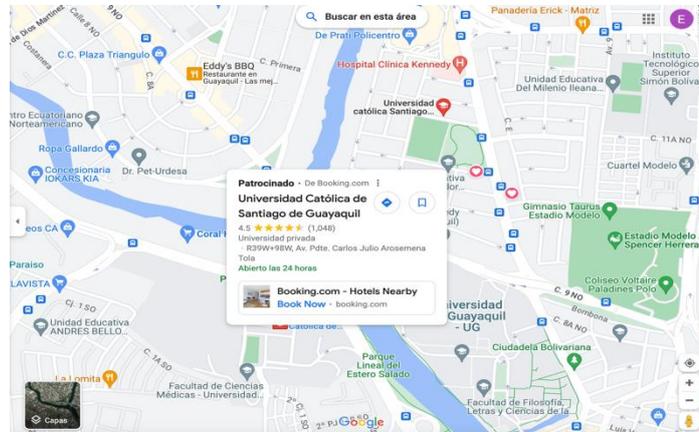
#### **3.1 Lugar de ejecución**

El trabajo se realizó en la Planta de Industrias Lácteas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago

de Guayaquil, ubicada en la Av. Carlos Julio Arosemena Km. 1½ vía Daule, en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

**Figura 1.**

**Ubicación de ensayo**



**Fuente:** Google maps (2024)

**3.2 Equipos, materiales y materias primas**

**3.2.1**

**Materia prima.**

- Agua
- Leche en polvo
- Crema de leche
- Azúcar
- Almidón de zanahoria blanca
- Carboximetilcelulosa (CMC)

**3.2.2**

**Equipos.**

- Balanza analítica
- Licuadora industrial
- Olla de acero inoxidable
- Cernidero
- Batidora de helado
- Termómetro

### **3.3 Enfoque**

Esta investigación posee un enfoque cuantitativo para atributos como consistencia, apariencia, cristalización, sabor y aceptabilidad de los helados que se elaboraron un enfoque cualitativo para evaluar las propiedades organolépticas de los mismos mediante un análisis sensorial.

### **3.4 Diseño de investigación**

Este trabajo investigativo se basó en dos modalidades:

- Investigación bibliográfica documental ya que se obtuvo información mediante la comparación de diferentes enfoques, teorías y conceptos de distintos autores sobre el tema en cuestión, utilizando documentos, libros, revistas, periódicos, normativas y otras publicaciones.
- Investigación experimental o de laboratorio debido a que se manipularon ciertas variables independientes para observar los efectos en las variables dependientes y determinó la relación causa-efecto. También se realizó un control riguroso de las variables sometidas a experimentación.

La metodología aplicada en la investigación fue bibliográfica documental en la obtención, comparación y deducción de enfoques, teorías y conceptos de distintos autores sobre el tema de estudio. Además, se elaboró una investigación experimental o de laboratorio, donde manipularon variables independientes para observar efectos en variables dependientes, estableciendo la relación causa-efecto

### **3.5 Tipo de investigación**

La investigación fue descriptiva ya que busco comprender las situaciones, hábitos y actitudes dominantes a través de una descripción precisa de actividades, objetos, procesos y personas. Su objetivo no se limitaba en la recopilar datos, sino que identificaba las relaciones entre dos o más variables. En este trabajo de investigación, se evaluó la influencia del uso de almidón de zanahoria blanca como estabilizante en la producción de helado duro.

### **3.6 Población y muestra**

Se realizó un análisis sensorial de todos los tratamientos mediante un diseño de bloques incompletos, donde tres salas de 15 catadores cada una evaluaron los mejores dos tratamientos mediante la valoración de atributos como consistencia, apariencia, cristalización, sabor y aceptabilidad, cada uno de los cuales fue subdividido en una escala Likert de cinco niveles.

### **3.7 Metodología para la obtención de almidón de zanahoria blanca**

Se peló las raíces de la zanahoria blanca con el fin de eliminar cualquier material no deseado. Posteriormente, se procedió a la fragmentación de las raíces en pequeños cubos para su posterior procesamiento en una licuadora industrial. Luego realizamos una mezcla de las raíces con agua en una proporción de 1 kilogramo de zanahoria blanca por cada kilogramo de agua, durante 40 segundos a una velocidad de 3 450 revoluciones por minuto (rpm). La suspensión resultante fue sometida a una criba con aberturas de 80 y 100 micras para eliminar los residuos. El residuo retenido en el tamiz de 80 micras se sometió nuevamente a un proceso de licuado por 40 segundos a 3 450 rpm, usando el mismo volumen de agua que la primera vez. La suspensión obtenida se introdujo en una cámara fría a una temperatura de 5 °C durante un período de 12 horas para permitir la decantación del almidón (Sáez, 2020).

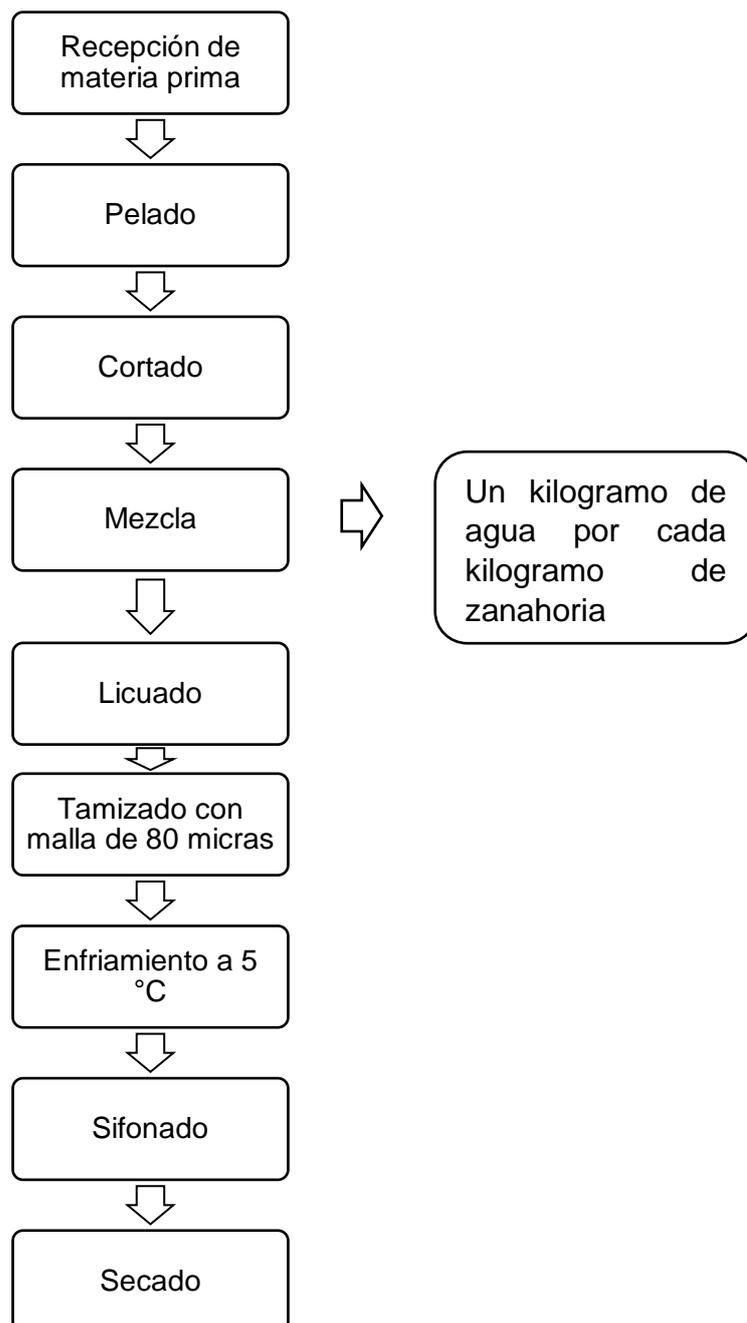
El almidón se recuperó utilizando un proceso de sifonado y se lavó con agua destilada hasta que quedó completamente libre de impurezas, lo que resultó en un agua sobrenadante de aspecto traslúcido. Finalmente, se sometió, esta solución, a un proceso de secado en una estufa con circulación de aire a una temperatura de 40 °C durante 2 horas para obtener el almidón deseado (Sáez, 2020).

#### **3.7.1 Diagrama de flujo para la obtención de almidón de zanahoria blanca.**

El diagrama de flujo para la obtención de almidón de zanahoria blanca se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.**

Diagrama de flujo del almidón de zanahoria blanca



Elaborado por: El Autor

### 3.8 Caracterización física del almidón de zanahoria blanca

Se llevó a cabo una evaluación exhaustiva del almidón de zanahoria blanca con la obtención de cenizas totales, temperatura de gelatinización, índice de absorción y solubilidad en agua, y la estabilidad que posee durante su congelación, con el propósito de analizar su composición y verificar si

posee las cualidades necesarias para desempeñarse como estabilizante en la producción de helado duro.

### **3.8.1 Determinación de cenizas totales.**

Se tomó 2.0 g de almidón y se colocó en un crisol de porcelana previamente lavado, secado en un horno y pesado. El crisol con la muestra fue introducido en la mufla y se sometió a una incineración a 550 °C durante tres horas y media. Posteriormente, se enfrió el crisol y las cenizas en un desecador hasta alcanzar un peso constante. Luego, se pesó el crisol con las cenizas y se determinó la cantidad de cenizas, expresando los resultados como porcentaje del total de cenizas con la siguiente fórmula (Sánchez, 2015)

$$\% \text{ Cenizas} = (W \text{ final} / W \text{ inicial}) * 100$$

Wfinal = peso final

Winicial = peso inicial

### **3.8.2 Temperatura de gelatinización.**

Se procedió a pesar 10 g de almidón en base seca, el cual se disolvió en agua destilada y se completó hasta alcanzar un volumen de 100 mL. Seguidamente, se calentó agua en un vaso de precipitación de 250 mL a 85 °C, extrayendo 50 mL de la suspensión resultante y colocándola en un vaso de precipitación de 100 mL. Posteriormente, se introdujo el vaso de precipitación con la muestra en el agua a 85 °C, agitando continuamente la suspensión de almidón hasta obtener una pasta y asegurando que la temperatura permaneciera estable durante unos segundos. Finalmente, se procedió a registrar la temperatura de gelatinización (Aristizábal et al., 2007)

### **3.8.3 Determinación del índice de absorción y solubilidad de agua.**

Se utilizó una cantidad de 1.25 g de almidón extraído de zanahoria blanca, introducido en tubos de centrifuga previamente secados a 60 °C. Después, se añadieron precisamente 30 ml de agua destilada precalentada a 60 °C. La mezcla fue agitada minuciosamente, evitando excesos, y se colocó

en un baño maría a 60 °C durante un periodo de 30 minutos. Se procedió a agitar la suspensión a los 10 minutos de iniciado el calentamiento. Seguidamente, se llevó a cabo una centrifugación a temperatura ambiente a 4,900 rpm durante 30 minutos. Inmediatamente después de la centrifugación, se realizó la decantación del sobrenadante y se procedió a medir su volumen.

Se tomaron 10 mL del sobrenadante para colocarlo en un vaso de precipitación de 50 mL, previamente pesado, para luego secarlo en un horno durante toda la noche a 70 °C. Finalmente, se pesaron el tubo de centrífuga con el gel y el vaso de precipitación con los insolubles (Anderson et al., 1969)

### **3.9 Proceso de elaboración del helado**

Según Goff (2013) el proceso para elaborar helado duro es el siguiente:

1. Recepción de la materia prima continuación se procedió a mezclar la leche en polvo y el agua
2. Luego, la leche se procesó en un equipo esterilizado.
3. Se agregó crema de leche.
4. Posteriormente, se agregó azúcar, dextrosa blanca.
5. Se llevó a cabo la pasteurización y un choque térmico para garantizar una debida pasteurización y así para evitar la actividad de los gérmenes patógenos.
6. En la mezcla se agregó el almidón de zanahoria y se dejó madurar para permitir la hidratación de los componentes y evitar la cristalización.
7. Finalmente, se procesó en un equipo conocido como "Mantecadora" para obtener un helado con un mayor aumento de volumen (overrun) y mejor capacidad de retener el aire.

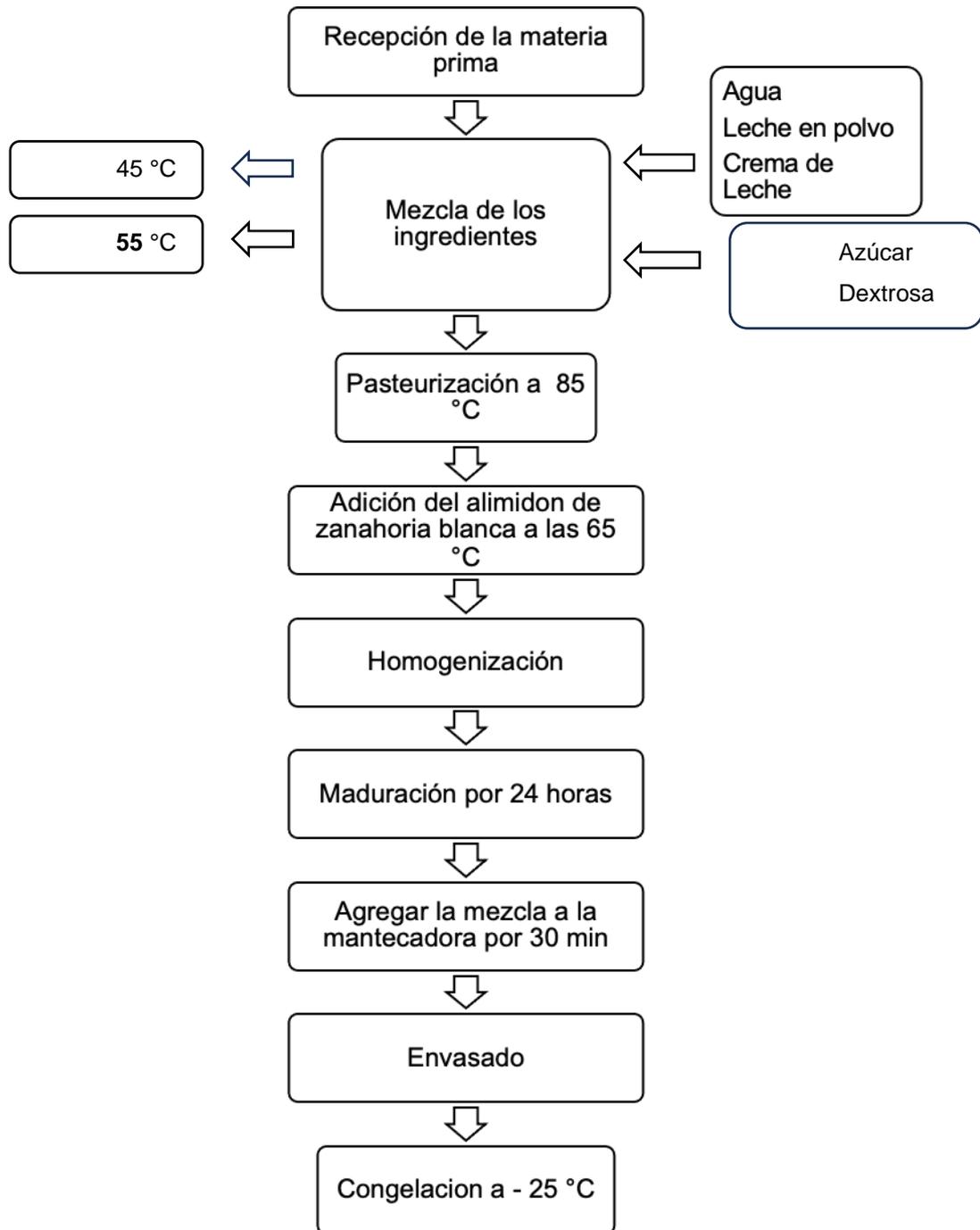
#### **3.9.1**

#### **Diagrama de flujo para la preparación del helado.**

El diagrama de flujo para la preparación del helado se muestra en la Figura 3.

**Figura 3.**

Diagrama de flujo de la elaboración del helado



**Elaborado por:** El Autor

### 3.10 Tratamiento estadístico

Para la parte del diseño experimental se utilizó el software *Design Expert 6*.

#### 3.10.1 Formulación de referencia.

En base a la revisión bibliográfica, se empleó como referencia los parámetros establecidos por Marshall (2003), en la producción de helado duro.

#### 3.10.2 Restricciones establecidas.

Después de realizar una exhaustiva revisión de la literatura y llevar a cabo ensayos experimentales preliminares, y considerando las normativas vigentes en Ecuador, se identificaron las restricciones fundamentales que deben tenerse en cuenta para la formulación del helado.

**Tabla 3.**

Restricciones de la composición del helado

Composición del helado	Min %	Max %
Agua	60	64
Sólidos no grasos	9	12
Materia grasa	10	16
Edulcorante	14	16
Estabilizante	0.2	0.5

**Nota:** Tomado de Marshall, 2013, adaptado por El Autor

#### 3.10.3 Combinaciones de los tratamientos.

Mediante el software estadístico *Design Expert* se generaron los diversos tratamientos experimentales, los cuales se encuentran especificados de manera detallada en la Tabla 4.

**Tabla 4.**

Formulaciones de tratamientos.

<b>Corrida</b>	<b>Agua %</b>	<b>Sólidos no grasos %</b>	<b>Materia grasa %</b>	<b>Edulcorante %</b>	<b>Estabilizante %</b>
1	59.15	9.00	15.50	16.00	0.35
2	63.15	9.00	12.65	15.00	0.20
3	63.15	12.00	10.00	14.35	0.50
4	63.15	12.00	10.00	14.35	0.50
5	63.15	9.00	11.35	16.00	0.50
6	63.15	10.35	10.00	16.00	0.50
7	59.15	12.00	14.35	14.00	0.50
8	59.15	12.00	12.35	16.00	0.50
9	60.47	12.00	11.33	16.00	0.20
10	63.15	9.00	13.35	14.00	0.50
11	59.15	9.67	16.00	14.68	0.50
12	61.05	10.5	14.10	14.00	0.35
13	59.15	10.50	14.15	16.00	0.20
14	61.83	9.00	14.67	14.00	0.50
15	59.15	12.00	12.35	16.00	0.50
16	60.80	9.00	16.00	14.00	0.20
17	61.15	9.00	13.35	16.00	0.50
18	62.14	10.09	11.84	15.50	0.43
19	61.20	11.25	12.25	14.95	0.35
20	63.15	10.50	12.15	14.00	0.20
21	59.15	9.67	16.00	14.68	0.50
22	61.80	12.00	10.00	16.00	0.20
23	58.92	12.00	14.65	14.00	0.43

**Nota:** Tomado de Design Expert 6, adaptado por El Autor

### 3.11 Elección de los mejores tratamientos

La cantidad de sólidos totales de cada tratamiento se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5.**

Sólidos totales

<b>Tratamiento</b>	<b>Sólidos totales</b>
1	40.85
2	36.85
3	36.85
4	36.85
5	36.85
6	36.85
7	40.85
8	40.85
9	39.53
10	36.85
11	40.85
12	38.95

13	40.85
14	38.17
15	40.85
16	39.20
17	38.85
18	37.86
19	38.80
20	36.85
21	40.85
22	38.20
23	40.85

**Elaborado por:** El Autor

Para la confección del helado duro utilizando almidón de zanahoria blanca como estabilizante natural, se implementaron 23 esquemas experimentales, los cuales fueron generados por el software Design Expert. Cada tratamiento consistió en 1 kg de crema base, determinado por la capacidad de la máquina batidora de helado.

De estos, cinco fueron identificados como los óptimos al exhibir el mayor porcentaje de sólidos totales, basándose en una revisión bibliográfica y ensayos experimentales previos. Además, se formuló un quinto tratamiento utilizando un estabilizante comercial, carboximetilcelulosa sódica (CMC), con el propósito de contrastar las disparidades entre el uso de almidón de zanahoria como estabilizante en el helado. Según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 706 (2013) todos estos tratamientos resultaron en la composición de una crema base para helados de alta calidad.

**Tabla 6.**

Formulaciones (%)

<b>Ingredientes</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
Agua	59.15	59.15	59.15	58.92	59.15
Sólidos no grasos	9.00	10.50	9.67	12.00	9.67
Materia grasa	15.50	14.15	16.00	14.65	16.00
Edulcorante	16.00	16.00	14.68	14.00	14.68
Estabilizante	0.35	0.20	0.50	0.43	0.50

**Nota:** Design Expert 6, adaptado por El Autor

### 3.12 Análisis que se realizaron al producto final

### 3.12.1

### Análisis físico-químico.

- Se determinó el porcentaje de grasa total mediante el método Gerber.
- Se obtuvo porcentaje de overrum.
- Se consiguió el porcentaje de proteína mediante el método de Kjeldahl.
- Se realizó la prueba de derretimiento aplicando la metodología que usó Marshall en su libro llamado Ice Cream

### 3.12.2

### Análisis microbiológicos.

- El recuento de coliformes se efectuó de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-7
- El recuento de *Escherichia coli*. Se efectuó de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1529-8

Los parámetros y métodos usados para los análisis microbiológicos en el helado se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.**

Parámetros y métodos del análisis microbiológico del helado

	<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>
<b>Coliformes</b>	<100 UFC/g	Recuento en placa por siembra
<b>Escherichia coli</b>	<100 UFC/g	Recuento en placa por siembra

**Nota:** Tomado de INEN 1529 (2013), adaptado por El Autor

#### 3.12.2.1 *Análisis sensorial.*

El Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) permite que un grupo de expertos en degustación sensorial evalúen los alimentos mediante la caracterización sensorial. Se analizaron cuatro aspectos: color, sabor, aroma y textura. Se asignaron términos descriptivos previamente establecidos en una escala de 1 a 5, donde 1 representa el valor mínimo y 5 el máximo. Esta técnica es ampliamente utilizada en el campo de la evaluación sensorial.

**Tabla 8.**

Parámetros y escala del QDA

<b>Escala</b>	<b>Parámetro</b>			
	<b>Consistencia</b>	<b>Color</b>	<b>Olor</b>	<b>Sabor</b>
<b>5</b>	Cre moso	Me gusta mucho	Aromatico	Agradable
<b>4</b>	Semicremoso	Me gusta moderadamente	Moderado	Moderadamente agradable
<b>3</b>	Semifluido	No me gusta ni me disgusta	Leve	Ligeramente agradable
<b>2</b>	Fluido	Me disgusta moderadamente	Casi desapercibido	Ligeramente agradable
<b>1</b>	Muy fluido	Me disgusta mucho	Nulo	Desagradable

**Elaborado por:** El Autor

### **3.13 Plan de procesamiento y análisis de datos**

- La información obtenida fue sometida a un análisis crítico, incluyendo la eliminación de datos defectuosos, inconsistentes e irrelevantes.
- La información fue tabulada y representada gráficamente.
- Los resultados se analizaron e interpretaron mediante el uso de programas como Excel.
- Se formularon recomendaciones basadas en el análisis de los resultados.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización física del almidón de zanahoria blanca

Se procedió a llevar a cabo una caracterización física del almidón de zanahoria blanca para poder analizar si su uso como estabilizante cumplía con las características esperadas. Además, se verificó que cumpliera con los requisitos de la norma INEN 706 (2013).

#### 4.1.1 **Determinación de cenizas totales.**

El contenido de ceniza que se obtuvo del almidón de zanahoria blanca fue de  $0.10 \pm 0.01$  %. Con este valor se entiende que, el almidón era de buena calidad y no estaba contaminado con residuos inorgánicos, ya que según Sánchez (2015) el contenido de ceniza en los almidones no debe de sobrepasar el 0.12 %. Por el contrario, los valores encontrados de cenizas totales en la investigación de Guerrero Paramo (2013) sobre la elaboración de noodles de almidón de zanahoria blanca modificada fue de 0.39 %.

#### 4.1.2 **Determinación de la temperatura de gelatinización.**

Como se evidencia en el estudio realizado por Aristizábal et al. (2007) el almidón extraído de la zanahoria blanca exhibe la propiedad de absorber agua de soluciones acuosas al ser sometido a calentamiento. Al calentar la solución compuesta por agua y almidón, se determinó que su temperatura de gelatinización se situó en los 64 °C, indicando que a esta temperatura se maximizó la retención de agua. Posteriormente, se observó una disminución en la viscosidad y una desintegración de los gránulos de almidón. En relación a la temperatura de gelatinización, los valores obtenidos por Sánchez (2015)

en su investigación sobre la caracterización fisicoquímica y reológica del almidón de arracacha fue de 65.3 °C.

#### **4.1.3 Determinación de índice de absorción y solubilidad de agua.**

El resultado que se obtuvo del índice de absorción de agua fue de 8.50 gel/g. Esto quiere decir que posee una buena capacidad para retener el agua ya que oscila dentro de los rangos de referencia que son entre 0.8 y 15.5 gel/g muestra (Anderson et al., 1969). Mientras que en la investigación realizada por Salas Cuestas (2018) sobre la caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales del almidón de arracacha modificado por irradiación UV-C, dio como resultado un índice de absorción de 3.297 gel/g

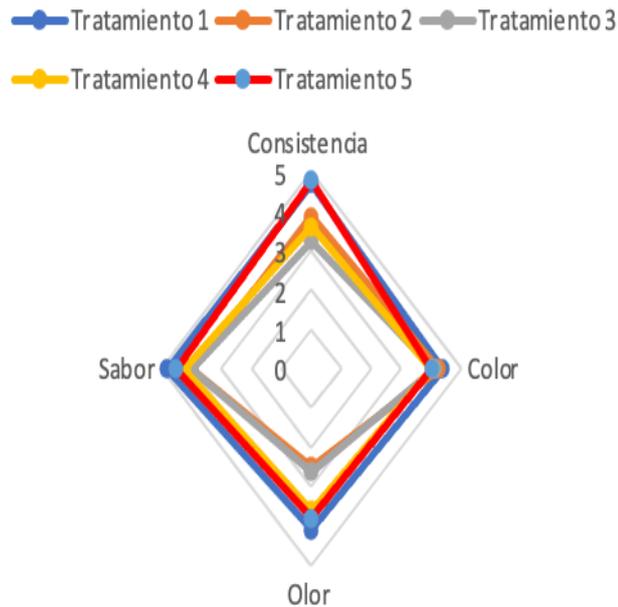
Por otro lado, obtuvo una solubilidad de 0.40 % lo que indica que no posee una buena solubilidad en la mezcla. Ya que para que el almidón logre desintegrarse completamente necesita alcanzar una temperatura mayor a la de gelatinización (Tester et al., 2004). Salas Cuestas (2018) menciona que el almidón de arracacha presente una solubilidad de 0.754 %.

#### **4.2 Determinación del tratamiento con mayor aceptación**

Con el objetivo de llevar a cabo la selección adecuada, se conformó tres paneles de degustación en la Facultad de Ciencias de la Salud en la carrera de Nutrición, Dietética y Estética de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, compuesto por 15 estudiantes cada uno. Estos evaluaron diversos parámetros, tales como consistencia, color, olor y sabor. Los resultados de esta evaluación sensorial indicaron que el Tratamiento 1 exhibe las características sensoriales más destacadas.

**Figura 4.**

Análisis sensorial



**Elaborado por:** El Autor

El tratamiento seleccionado por el panel de degustación de muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.**

Tratamiento seleccionado	
<b>Ingredientes</b>	<b>T1</b>
Agua	59.15
Sólidos no grasos	9
Materia grasa	15.5
Edulcorante	16
Estabilizante	0.35

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.3 Calidad física y química del mejor tratamiento de helado con estabilizante de zanahoria blanca**

La composición proximal de la caracterización del almidón y los análisis físicos y químicos del helado se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10.**

Análisis físicos y químicos del helado

<b>Parámetro</b>	<b>Media D.E</b>
Cenizas totales	0,10 ± 0,01
Temperatura de gelatinización	64,16 ± 0,289
Índice de absorción de agua	8,43 ± 0,115
Índice de solubilidad de agua	0,44 ± 0,040
Prueba de derretimiento	15,68 ± 0,454
Proteína	3,89 ± 0,01
Grasa	12,55 ± 0,01

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.3.1**

#### **Análisis de proteína.**

Para la obtención del porcentaje de proteína del helado se envió una muestra a un laboratorio certificado, donde dio como resultado 3.89 % de porcentaje de proteína el cual se realizó por el método Kjeldahl.

A partir de los datos recopilados referentes a la composición proteica del helado, se logró establecer que presenta un contenido de proteína del 3.89%. En conformidad con los lineamientos establecidos por la normativa NTE INEN 706 (2013), que especifica un valor mínimo de proteína para helados de crema es del 2.5 %, se infiere que el helado analizado exhibe un elevado porcentaje de proteína.

#### **4.3.2**

#### **Análisis de grasa.**

El porcentaje de los análisis grasa, realizados mediante el método Gerber, entregados por un laboratorio certificado dieron como resultado 12.55 %.

Los datos obtenidos en el contenido total de grasa recabados en la investigación revelaron una proporción del 12.55 %. Por el contrario, en la investigación realizada por Pino Falconí (2009) al emplear almidón de papa resultó en un 8.10% de grasa en su muestra de helado. En congruencia con los estándares mínimos establecidos por la normativa NTE INEN 706 (2013)

respecto al porcentaje de grasa total en helados de crema de leche, fijado en un 8%, se deduce que nuestra muestra exhibe un nivel de grasa óptimo.

### **4.3.3 Prueba de derretimiento.**

Los resultados de esta prueba dieron como resultado la caída de la primera gota a los 15 minutos con 10 segundos, esto se debe a la capacidad de los almidones para retener agua.

El resultado obtenido en la evaluación del punto de fusión del helado indicó que la primera gota se desprendió a los 15 minutos con 10 segundos. En contraste, en el estudio llevado a cabo por Rodríguez et al. (2023), empleando albúmina de huevo en polvo como agente estabilizante, se registró que la primera gota cayó a los 16 minutos.

### **4.3.4 Porcentaje de *overrum*.**

El *overrum* es el aire que se incorpora al helado, los porcentajes para un helado estándar oscila entre un 100 a 120 % de aire, el resultado obtenido del tratamiento uno con 20 minutos en la batidora de helado fue de un 50 % de *overrum* lo que equivale a un helado de alta calidad.

## **4.4 Análisis microbiológicos del mejor tratamiento**

Los análisis microbiológicos arrojaron la inexistencia de *E. coli* y la ausencia de Coliformes, estos guardan relación con Rivera Ruiz (2014) en su investigación de elaboración de helado de leche con la utilización de almidón de *Canna Edulis Yunga* como agente gelificante, y además, se ajusta a los criterios definidos en la normativa NTE INEN 706 (2013).

Los resultados del análisis microbiológico realizado al mejor tratamiento se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 11.**

Análisis microbiológico del mejor tratamiento

	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Nivel</b>
<i>E. coli</i>	UFC/g	Ausencia	Óptimo
<b>Coliformes</b>	UFC/g	Ausencia	Óptimo

**Elaborado por:** El Autor

#### **4.5 Determinación del costo/beneficio de la producción de helado duro con almidón de zanahoria blanca**

Los resultados de la obtención del costo/beneficio realizado al mejor tratamiento se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 12.**

Costo de producción del helado

<b>Materia Prima</b>	<b>Producción de 1 000 g de muestra</b>	<b>Costo por unidad en USD</b>
Agua	413.2	0.15
Crema de leche	320.6	1.12
Leche en polvo	102.7	0.64
Azúcar	160	0.15
Almidón de zanahoria	3.5	0.002
Envase y etiqueta	1	0.25
<b>Costo unitario</b>		<b>2.31</b>

**Elaborado por:** El Autor

Con los valores presentados en la tabla anterior los cuales pertenecen a los costos de producción del helado, se desea evaluar la rentabilidad con un margen de ganancias del 35 % para el precio de venta al público.

**Tabla 13.**

Costo – Beneficio

<b>Detalle</b>	<b>Costos</b>
Costo de producción	USD 2.31
Utilidad	35 %
<b>Precio valor al público (P.V.P)</b>	<b>USD 3.12</b>

**Elaborado por:** El Autor

Por lo tanto si se desea obtener un margen de ganancia de un 35 % el helado debe tener un precio de venta al público de USD 3.12.

## **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

A partir de los resultados derivados de la investigación realizada, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- En 1.2 kg de zanahoria blanca se puede obtener 180 gramos de almidón, lo que equivale a un rendimiento del 15 %. Con la determinación de las cenizas totales que nos dio un porcentaje de 0.10 % se comprobó que el almidón no poseía residuos inorgánicos.
- Mediante la determinación de la temperatura de gelatinización, registrada a 64 °C, se puede inferir que en dicho punto la capacidad de absorción de agua del almidón alcanza su máximo rendimiento.
- El índice de absorción de agua dio como resultado 8.50 gel/g lo que indicó que es un buen retenedor de agua. Mientras que su solubilidad dio como resultado 0.4 %, es decir que no posee una buena solubilidad.
- De los cinco tratamientos realizados, el que obtuvo mayor aceptabilidad y puntaje en los parámetros de consistencia, color, olor y sabor fue el tratamiento 1.

### **5.2 Recomendaciones**

En función a los hallazgos alcanzados en la investigación, es posible formular las siguientes recomendaciones:

- El almidón debe estar perfectamente pulverizado para obtener una mezcla más homogénea, se lo debe incorporar a la crema base después de la pasteurización cuando la mezcla alcance los 60 °C.

- No es aconsejable incorporar en la mezcla un porcentaje superior al 0.5% de estabilizante, ya que esto podría resultar en la obtención de un producto de densidad elevada y textura gomosa, factores que podrían incidir negativamente en la aceptabilidad por parte del consumidor.
- En función del tipo de helado a ser presentado al público, la determinación apropiada de overrum es esencial. Para la elaboración de un helado económico, se recomienda la incorporación de aire mayor a 120 %. En contraste, para un helado premium, se aconseja no exceder el 90 % de overrum.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Akbari, M., Eskandari, MH y Davoudi, Z. (2019). Aplicación y funciones de los sustitutos de grasa en helados bajos en grasa: una revisión. *Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*, 86 , 34-40.
- Alimentarius, C. (1995). Norma general para los aditivos alimentarios. Codex
- Anderson, R., Conway, H. F., Pheiser, V. F., and Griffin, E. L. (1969). Gelatinisation of corngritsby roll and extrusioncooking. *Cereal ScienceToday*.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Lorío, D. M. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca (Vol. 163, pp. 9253056770-9789253056774). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Bejarano, A y Silva, A. (2010). Estabilidad del Helado de Crema. Escuela Politécnica del Litoral, Guayaquil.
- Bosset, J. O., Sieber, R., and Gallmann, P. U. (1995). Light transmittance: influence on the shelf life of milk and milk products. *Bulletin-International Dairy Federation*, (300), 19-39.
- CAA (2021). Código Alimentario Argentino. Capítulo XVIII “Aditivos Alimentarios”.  
[https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_caa\\_capitulo\\_xviii\\_aditivosactualiz\\_2021-03.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_xviii_aditivosactualiz_2021-03.pdf)
- Carocho, M., Morales, P., y Ferreira, I. C. (2015). Natural food additives: Quo vadis?. *Trends in food science and technology*, 45(2), 284-295.
- Centro de la industria láctea del Ecuador . (7 de Septiembre de 2022). Industria Lactea: clave para la reactivacion economica en Ecuador .

Obtenido de Lacteos Latam : <https://www.lacteoslatam.com/industria-lactea-clave-para-reactivacion-economica-en-ecuador/>.

Cheng, J., Ma, Y., Li, X., Yan, T. y Cui, J. (2015). Efectos de las interacciones proteína-polisacárido de la leche sobre la estabilidad de los sistemas modelo de mezcla de helado. *Hidrocoloides alimentarios* , 45 , 327-336.

Clarke, C. (2015). The science of ice cream. *Royal Society of Chemistry*.

Conficoni, D., Alberghini, L., Bissacco, E., y Ferioli, M. y. (01 de Marzo de 2017). Heavy Metal Presence in Two Different Types of Ice Cream: Artisanal Ice Cream (Italian Gelato) and Industrial Ice Cream. *Journal Of Food Protection*, 80(3), 96–414.

Design Expert 6. (2023).

DiNicolantonio, JJ, Lucan, SC y O'Keefe, JH (2016). La evidencia de grasas saturadas y azúcares relacionados con la enfermedad coronaria. *Avances en enfermedades cardiovasculares* , 58 (5), 464-472.

Goff, HD (2013). Helado. En *Química láctea avanzada*, volumen 2, lípidos (págs. 441-450). Boston, MA: Springer EE. UU.

Google maps. (2024). Obtenido de: <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Católica+de+Santiago+de+Guayaquil/@-2.1815037!4d79.9041704!16s%2Fm%2F0cpdy7g?entry=ttu>.

Guerrero Paramo, J. V. (2023). Elaboración de noodles de almidón de zanahoria blanca modificado (*Arracacia xanthorrhiza*) con bajo contenido de gluten (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).).

Hasenhuettl, G. L. (2008). Overview of food emulsifiers. In *Food emulsifiers and their applications* (pp. 1-9). Springer, New York, NY.

Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerrero, L., y Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Food Science and Technology*, 28, 718-726.

Ibete Jácome Lara y Orly Carvache (2017). Análisis del costo-beneficio, una herramienta de gestión. Revista: *CE Contribuciones a la Economía*.

International Dairy Foods Association. (24 de Febrero de 2019). How ice cream is made. Obtenido de IDFA : <https://www.idfa.org/from-the-cow-to-the-cone>.

Jaimes-Duque, S., Ramírez-Navas, J. S., y Rodríguez de Stouvenel, A. (2017). Estabilizantes más utilizados en helados. *Heladería Panadería Latinoamericana*, 251(1), 66-75.

Jaramillo Puertas, C. O. (2012). Estandarización y optimización de parámetros para la elaboración de helado de crema de leche con adición de almidón de achira (*Cana indica*) como estabilizante en ciudad de Loja (Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador).

Laboratorio de nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina (1995).

López-Martínez, M. M.-F. (2021). Desarrollo de helados funcionales con hidrolizados de clara de huevo. *Revista Internacional de Gastronomía y Ciencias de la Alimentación*, 25(100334).

Mayta-Hancco, J., Trujillo, A. J., y Juan, B. (2020). La homogeneización a ultra-alta presión (UHPH): *Efectos en la leche y aplicaciones en la*

*fabricación de quesos. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(2).*

Marshall, R. G. (2013). Helado. Springer Science y Business Media.

Mazón, N., Castillo, R., Hermann, M., y Espinosa, P. (1996). La arracacha o zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Ecuador.

Ministerio de Sanidad y Consumo de España. (02 de Febrero de 2002). Real Decreto 142/2002 . Obtenido de Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado Español : <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-3366>.

Navarro, O. P., Chong, N. L., Suarez, E. G., y Valmaseda, C. V. (2017). Modificación hidrotérmica del almidón de yuca para su empleo como estabilizador de helados. *Afinidad*, 74(580).

NTE INEN 706 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2013). Helados. Requisitos. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 706:2013 (Archivo PDF). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/706.pdf>.

NTE INEN 1529 - 7 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2013). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-7:2013 (Archivo PDF). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-7.pdf>.

NTE INEN 1529 - 8 (Instituto Ecuatoriano de Normalización). (2013). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y *E. coli*. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-8:2013 (Archivo PDF). <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-8.pdf>.

Nuria Cubero. (2002). Aditivos Alimentarios.

Pino Falconí, P. R. (2009). *Utilización de Diferentes Niveles de Almidón de Papa (15, 30, 45%) como Sustituto de la Grasa en la Elaboración de Helados de Leche* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Rivera Ruiz, V. G. (2014). *Elaboración de helado de leche con la utilización de tres diferentes niveles de almidón de Canna Edulis Yunga (Achira Yunga), como agente gelificante* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Rodriguez, J. F. R., Rodriguez, D. L. C., y Alvarez, Y. G. P. (2023). Evaluación del efecto tecnológico de la albúmina de huevo en polvo como estabilizante en un helado de crema. @ limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria, 21(1).

Sameen, A., Manzoor, MF, Huma, N., Sahar, A. y Sattar, U. (2017). Evaluación de la calidad de helado elaborado con almidón de Sagudana (Meteroxylon sagu) y Camote (Ipomoea batatas) como estabilizante. *Paquete. J. Ciencia de los alimentos* , 27 , 1-6.

Salas Cuestas, S. Y. (2018). Caracterización fisicoquímica y propiedades funcionales del almidón de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) modificado por irradiación UV-C.

Sánchez, B. D. P. A. (2015). Caracterización fisicoquímica y reológica del almidón de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) variedad amarilla procedente de la Provincia San Ignacio-Departamento de Cajamarca. *Innovación en Ingeniería*, 1(1).

Sáez, D. C. (2020). Evaluación de la digestibilidad de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) tratado por recocido in situ (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2020.).

- Shah, S. (16 de Septiembre de 2016). Impact of stabilizers on ice cream quality characteristics. Obtenido de MOJ Food Processing and Technology: [https://www.researchgate.net/profile/Qamar-Abbas-Syed/publication/308647552\\_Impact\\_of\\_Stabilizers\\_on\\_Ice\\_](https://www.researchgate.net/profile/Qamar-Abbas-Syed/publication/308647552_Impact_of_Stabilizers_on_Ice_).
- Smith, R. (2015). Regulation (EC) No 764/2008 of the European Parliament and of the Council. En *Core EU Legislation* (pp. 183-186). London: Macmillan Education UK. [https://doi.org/10.1007/978-1-137-54482-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-137-54482-7_19).
- Sofjan, R., y R. Hartel. (2004). Effect of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *Revista internacional de productos lácteos*, 14(3), 255-262.
- Paulazzo, M. G. (2022). Desarrollo de tecnologías para la producción de helados de crema mejorados nutricionalmente (Doctoral dissertation).
- Tester, R. F., Karkalas, J., and Qi, X. (2004). Starch—composition, fine structure and architecture. *Journal of cereal science*, 39(2), 151-165.
- Yusuf, M., Shabbir, M. y Mohammad, F. (2017). Colorantes naturales: perspectivas históricas, de procesamiento y sostenibles. *Productos naturales y bioprospección* , 7 , 123-145.
- Young, N. W. (2014). Emulsifiers and stabilisers. *Fats in food technology 2e*, 253-287.

## ANEXOS

### Anexo 1. Elaboración del almidón de zanahoria



### Anexo 2. Determinación de cenizas totales



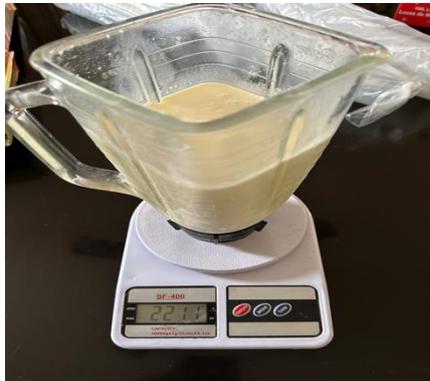
### Anexo 3. Determinación de temperatura de gelatinización



### Anexo 4. Determinación de índice y absorción del agua



### Anexo 5. Elaboración del helado



### Anexo 6. Tratamientos de los helados





## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Lara Medina, Erick Geovanny**, con C.C: # **0750277519** autora del Trabajo de Integración Curricular: **Uso de almidón de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza) como estabilizante en la producción de helado natural**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido Trabajo de Integración Curricular para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido Trabajo de Integración Curricular, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de febrero de 2024

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Lara Medina, Erick**

**C.C: 0750277519**

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Uso de almidón de zanahoria blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> ) como estabilizante en la producción de helado natural	
<b>AUTOR(ES)</b>	<b>Lara Medina, Erick Geovanny</b>	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Crespo Moncada Bella, M. Sc.	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
<b>FACULTAD:</b>	<i>Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo</i>	
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Agroindustrial	
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniera Agroindustrial	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	15 de febrero de 2024	<b>No. DE PÁGINAS:</b> 47
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Producción de helado	
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	helado, almidón de zanahoria blanca, estabilizante, sólidos totales.	
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>		
<p>La presente investigación tuvo como propósito evaluar el almidón de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) como estabilizante en la producción de helado duro. Este estudio se llevó a cabo bajo una metodología experimental, para comprobar la efectividad del almidón se desarrolló un estudio físico que compruebe su capacidad como estabilizante, luego para la elaboración del helado se usó el programa estadístico Design Expert versión 6 donde se generaron 23 tratamientos, de los cuales cinco fueron escogidos en base a una revisión bibliográfica, mayor número de sólidos totales y previos ensayos experimentales. Los parámetros sensoriales del helado fueron evaluados por un panel conformado por alumnos de la carrera de Nutrición, Estética y Dietética de la UCSG. Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial dieron como resultado la siguiente formulación: agua 59.15 %, sólidos no grasos 9 %, materia grasa 15.5 %, edulcorante 16 % y estabilizante 0.35 %; la misma que cumplió con los requisitos de la norma INEN 706 (2013). El costo – beneficio fue de USD 3.12 lo que refleja que la producción del helado es factible, ya que se obtiene un ingreso de USD 0.81 por cada envase de un litro vendido.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 - 945871453	<b>E-mail:</b> erick.lara@cu.ucsg.edu.ec
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Caicedo Coello, Noelia, M. Sc.	
	<b>Teléfono:</b> +593 - 987361675	
	<b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		