



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD  
BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL  
EN HELADOS CREMOSOS ENVASADOS**

**Lizza María Solórzano Escobar**

Asesorado por la Msc. Inga. Alejandra Alfaro Cabrera

Guatemala, julio de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD  
BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL  
EN HELADOS CREMOSOS ENVASADOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LIZZA MARÍA SOLÓRZANO ESCOBAR**

ASESORADO POR LA MSC. INGA. ALEJANDRA ALFARO CABRERA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JULIO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |                                       |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera      |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez   |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran         |
| VOCAL IV   | Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente       |
| VOCAL V    | Br. Fernando José Paz González        |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez       |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |   |
|------------|---|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada     |
| EXAMINADOR | Ing. Selvin Estuardo Joachin Juarez       |
| EXAMINADOR | Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez |
| EXAMINADOR | Ing. Juan Carlos Jerez Juarez             |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez           |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD  
BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN HELADOS  
CREMOSOS ENVASADOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 16 de octubre de 2021.

**Lizza María Solórzano Escobar**



EEPFI-PP-0053-2022

Guatemala, 12 de enero de 2022

**Director**  
**César Ernesto Urquizú Rodas**  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial  
Presente.

Estimado Ing. Urquizú

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN HELADOS CREMOSOS ENVASADOS.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Todas las áreas - Diseño de sistemas de inocuidad en lugares donde se preparen alimentos**, presentado por la estudiante **Lizza María Solórzano Escobar** carné número **201602802**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Ciencia Y Tecnología De Los Alimentos.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Mtro. Alejandra Alfaro Cabrera  
Asesor(a)

Mtra. Hilda Piedad Palma Ramos  
Coordinador(a) de Maestría



Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-0053-2022

El Director de la Escuela Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL EN HELADOS CREMOSOS ENVASADOS.**, presentado por el estudiante universitario **Lizza María Solórzano Escobar**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.511.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INOCUIDAD BASADO EN ANÁLISIS DE PELIGROS Y PUNTOS CRITICOS DE CONTROL EN HELADOS CREMOSOS ENVASADOS**, presentado por: **Lizza María Solórzano Escobar**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★

Decana

Guatemala, julio de 2022

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por estar conmigo en todo momento y darme fuerza en los momentos de debilidad.
- Mis padres** Cedrik Solórzano y Mildred Escobar por su amor, esfuerzo y apoyo a lo largo de toda mi vida.
- Mi hermana** Ana Solórzano, por su cariño y alegría en cada momento.
- Mis abuelos** Aura Alvarado, Mario Solórzano (q. e. p. d.), Marta Ramírez y Oscar Escobar, por sus cuidados especiales y valiosas enseñanzas durante toda mi vida.
- Mis tíos** Jorge de León y Karla Escobar, por sus consejos y palabras de aliento a lo largo de mi etapa universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |  |
|---|--|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por la oportunidad de haberme formado en ella y brindarme numerosos conocimientos.   |
| <b>Mis amigos</b>                             | Angie Peláez, Kimberly Rodas y Roderico Santos por haberme acompañado a lo largo de toda la carrera.                       |
| <b>Mi asesora</b>                             | Msc. Ing. Alejandra Alfaro, por haberme brindado sus conocimientos durante la realización de este diseño de investigación. |
| <b>Mi revisor</b>                             | Dr. José Rosal, por su dedicación y apoyo durante el desarrollo de este diseño de investigación.                           |

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                      | V    |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....                            | VII  |
| GLOSARIO .....                                     | IX   |
| RESUMEN .....                                      | XIII |
| <br>   |      |
| 1. INTRODUCCIÓN .....                              | 1    |
| 2. ANTECEDENTES .....                              | 3    |
| 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                | 5    |
| 4. JUSTIFICACIÓN .....                             | 7    |
| 5. OBJETIVOS .....                                 | 9    |
| 5.1. General .....                                 | 9    |
| 5.2. Específicos .....                             | 9    |
| 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN..... | 11   |
| 7. MARCO TEÓRICO.....                              | 13   |
| 7.1. Generalidades de los helados .....            | 13   |
| 7.1.1. Presentaciones y sabores .....              | 13   |
| 7.1.1.1. Helados a base de agua.....               | 13   |
| 7.1.1.2. Helados a base de leche .....             | 13   |

|        |          |   |    |
|--------|----------|---|----|
|        | 7.1.1.3. | Helados a base de agua y constituyentes lácteos.....                          | 14 |
| 7.1.2. |          | Materias primas.....  | 14 |
| 7.1.3. |          | Proceso de elaboración.....   | 15 |
|        | 7.1.3.1. | Recepción de materia prima.....   | 15 |
|        | 7.1.3.2. | Elaboración de la mezcla .....  | 15 |
|        | 7.1.3.3. | Homogenización.....   | 16 |
|        | 7.1.3.4. | Maduración de la mezcla.....  | 16 |
|        | 7.1.3.5. | Batido de la mezcla .....   | 16 |
|        | 7.1.3.6. | Envasado .....  | 16 |
|        | 7.1.3.7. | Congelación rápida .....  | 16 |
|        | 7.1.3.8. | Almacenamiento.....   | 17 |
| 7.1.4. |          | Maquinaria industrial .....   | 17 |
| 7.1.5. |          | Control de calidad en los helados .....                                       | 18 |
| 7.1.6. |          | Parámetros funcionales.....   | 19 |
|        | 7.1.6.1. | Overrun .....   | 19 |
|        | 7.1.6.2. | Porcentaje de derretimiento y tiempo de derretimiento de la primera gota..... | 21 |
| 7.2.   |          | Inocuidad de alimentos .....  | 21 |
|        | 7.2.1.   | Peligros .....  | 22 |
|        |          | 7.2.1.1. Físicos.....   | 22 |
|        |          | 7.2.1.2. Químicos .....   | 22 |
|        |          | 7.2.1.3. Biológicos.....  | 22 |
|        | 7.2.2.   | Microorganismos patógenos .....   | 23 |
| 7.3.   |          | Análisis de peligros y puntos críticos de control.....                        | 23 |
|        | 7.3.1.   | Ventajas .....  | 23 |
|        | 7.3.2.   | Pasos preliminares.....   | 24 |
|        |          | 7.3.2.1. Formación del equipo.....  | 24 |
|        |          | 7.3.2.2. Descripción de producto.....   | 24 |

|        |          |  |    |
|--------|----------|--|----|
|        | 7.3.2.3. | Diagramas de flujo.....  | 24 |
|        | 7.3.2.4. | Verificaciones <i>in situ</i> del diagrama de flujo<br>.....                                 | 25 |
| 7.3.3. |          | Principios .....   | 25 |
|        | 7.3.3.1. | Principio uno: análisis de peligros.....   | 25 |
|        | 7.3.3.2. | Principio dos: determinación de los<br>PCC .....   | 25 |
|        | 7.3.3.3. | Principio tres: establecimiento de límites<br>críticos .....                                 | 28 |
|        | 7.3.3.4. | Principio cuatro: vigilancia de los PCC  | 28 |
|        | 7.3.3.5. | Principio cinco: establecimiento de<br>medidas correctivas.....                              | 28 |
|        | 7.3.3.6. | Principio seis: procedimientos de<br>verificación del sistema.....                           | 29 |
|        | 7.3.3.7. | Principio siete: Sistema de<br>documentación de todos los<br>procedimientos y registros..... | 29 |
| 8.     |          | PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....  | 31 |
| 9.     |          | METODOLOGÍA.....   | 35 |
|        | 9.1.     | Tipo de estudio .....  | 35 |
|        | 9.2.     | Diseño de investigación.....   | 35 |
|        | 9.3.     | Variables del estudio .....  | 35 |
|        | 9.4.     | Fases del estudio .....  | 36 |
|        | 9.4.1.   | Fase 1: exploración bibliográfica .....  | 36 |
|        | 9.4.2.   | Fase 2: peligros significativos en las materias<br>primas.....                               | 37 |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 9.4.3. | Fase 3: etapas críticas en el proceso de producción.....   | 41 |
| 9.4.4. | Fase 4: Medidas de mitigación de los efectos posibles..... | 46 |
| 9.4.5. | Fase 5: Presentación y definición de resultados .....      | 48 |
| 10.    | TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....               | 49 |
| 10.1.  | Herramientas de recolección.....                           | 49 |
| 10.2.  | Herramientas estadísticas.....                             | 49 |
| 11.    | CRONOGRAMA .....   | 51 |
| 12.    | FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO.....                              | 53 |
| 13.    | REFERENCIAS .....  | 55 |
| 14.    | APÉNDICES .....  | 59 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|    |  |    |
|----|--|----|
| 1. | Cristales en la congelación del helado .....   | 17 |
| 2. | Características de calidad en los helados .....  | 19 |
| 3. | Estructura del helado .....  | 20 |
| 4. | Estructura del helado A) burbujas de aire, C) cristales de hielo F) glóbulos de grasa y S) fase acuosa no congelada..... | 20 |
| 5. | Árbol de decisión para determinar un PCC .....   | 27 |
| 6. | Flujo de operaciones del proceso de producción de helados.....   | 42 |
| 7. | Formato de desviaciones y acciones correctivas .....   | 48 |
| 8. | Cronograma de actividades .....  | 51 |

### TABLAS

|       |   |    |
|-------|---|----|
| I.    | Matriz IPER .....   | 26 |
| II.   | Criterios de evaluación de peligros para la salud .....                                 | 26 |
| III.  | Descripción de variables .....  | 36 |
| IV.   | Descripción de materias primas y material de empaque.....                               | 37 |
| V.    | Identificación de peligros potenciales de inocuidad en materias primas .....            | 38 |
| VI.   | Evaluación de peligros por análisis de probabilidad y severidad .....                   | 40 |
| VII.  | Secuencia de decisiones para identificar los PCC .....                                  | 41 |
| VIII. | Descripción de las etapas del proceso.....  | 43 |
| IX.   | Identificación de peligros potenciales de inocuidad en los pasos del procesamiento..... | 43 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| X.    | Evaluación de peligros por análisis de probabilidad y severidad .....              | 45 |
| XI.   | Secuencia de decisiones para identificar los PCC.....                              | 46 |
| XII.  | Determinación de controles preventivos y acciones correctivas del<br>proceso ..... | 47 |
| XIII. | Gastos del estudio por el estudiante.....  | 53 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b> | <b>Significado</b>          |
|----------------|-----------------------------|
| <b>B</b>       | Biológico                   |
| <b>F</b>       | Físico                      |
| <b>°C</b>      | Grados Celsius              |
| <b>Psi</b>     | Libras por pulgada cuadrada |
| <b>L</b>       | Litro                       |
| <b>%</b>       | Porcentaje                  |
| <b>P</b>       | Probabilidad                |
| <b>Q</b>       | Químico                     |
| <b>s</b>       | Segundo                     |
| <b>S</b>       | Severidad                   |



## GLOSARIO

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Aditivo alimentario</b> | Sustancia que se adiciona a una formulación para cumplir con una función tecnológica.                  |
| <b>Agua tratada</b>        | Agua que se ha sometido a tratamientos para utilizarse en el procesamiento de alimentos.               |
| <b>APPCC</b>               | Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control.   |
| <b>Caseína</b>             | Proteína de la leche.  |
| <b>Conformidad</b>         | Cualidad de cumplir con los requisitos dados por algo.   |
| <b>Diagrama de flujo</b>   | Representación gráfica de un proceso.  |
| <b>Emulsificante</b>       | Aditivo alimentario que ayuda a la mezcla de dos sustancias poco miscibles.                            |
| <b>Espesante</b>           | Aditivos que modifican la viscosidad de una mezcla sin modificar su sabor.                             |
| <b>Extruido</b>            | Proceso de empujar una mezcla con cuerpo por una sección transversal que le otorga la forma del mismo. |
| <b>FAO</b>                 | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.                             |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>HACCP</b>                   | Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control por sus siglas en inglés.                                     |
| <b>Homogeneizador</b>          | Equipo industrial que produce una mezcla y refinamiento de un fluido mediante presión e impacto.                |
| <b>HTST</b>                    | Método de pasteurización a alta temperatura y corto tiempo.   |
| <b>Inconformidad</b>           | Cualidad de no cumplir con los requisitos dados por algo.   |
| <b>Inocuidad</b>               | Característica de los alimentos de no causar daño al consumidor.  |
| <b>Intercambiador de calor</b> | Equipo industrial que transfiere continuamente calor de un medio a otro.  |
| <b>Marmita</b>                 | Equipo industrial en forma de olla con tapa que permite la adición de materias primas y que se agiten entre sí. |
| <b>Merma</b>                   | Son las pérdidas de un proceso productivo original  |
| <b>Muestreo</b>                | Proceso de seleccionar una porción de un lote de producción que sea representativo del mismo.                   |
| <b>Overrun</b>                 | Es el aire que se incorpora una mezcla para helado al batirse con un equipo específico.                         |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Pasteurización</b>       | Es el proceso térmico por el cual se reducen al mínimo todos los posibles agentes patógenos.   |
| <b>PCC</b>                  | Punto Crítico de Control   |
| <b>Patógeno</b>             | Grupo de microorganismos presentes en los alimentos que tienen el poder de causar enfermedades al consumidor.                            |
| <b>Prueba sensorial</b>     | Es el examen de las propiedades organolépticas de un alimento realizable con los cinco sentidos.   |
| <b>Prueba fisicoquímica</b> | Procedimiento de medir propiedades fisicoquímicas tales como temperaturas, conductividad para garantizar la calidad de los alimentos.    |
| <b>RBD</b>                  | Refinado, blanqueado y desodorizado  |
| <b>Reproceso</b>            | Práctica que consiste en darle nuevamente uno o varios procesos al producto o subproducto que ha sufrido una falla en el mismo.          |
| <b>Toxiinfección</b>        | Son enfermedades producidas por la ingesta de alimentos contaminados por agentes biológicos (bacterias, virus, parásitos) o sus toxinas. |
| <b>UHT</b>                  | Método de pasteurización a ultra alta temperatura  |



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca desarrollar un sistema de inocuidad que controle y mitigue todos los riesgos de inocuidad inherentes a los helados cremosos envasados. Se evaluarán los peligros significativos presentes en las materias primas por medio de un porcentaje de severidad y probabilidad, determinando las etapas críticas en el proceso de producción con sus respectivos límites eficientes y eficaces. Se establecerán medidas que mitiguen los efectos posibles de los riesgos en materias primas y puntos críticos de control en el proceso.

El desarrollo del sistema de inocuidad, se realizará en una planta procesadora de helados específicamente en la línea de producción de cremosos envasados. Por medio de la observación del proceso productivo se realizarán diagramas de flujo de producción y posteriormente se llevarán a cabo verificaciones en piso.

Para el análisis de peligros se tomarán en cuenta las materias primas utilizadas en la formulación de los helados, empaques, equipos y procesos en la producción, historiales de reclamos y documentación histórica para definir los puntos críticos de control.

Se espera obtener un plan de inocuidad que incluirá los puntos críticos de control, medidas de mitigación de los efectos posibles, controles preventivos y acciones correctivas, formatos y procedimientos que apoye a la planta procesadora con la implementación del sistema de gestión.



# 1. INTRODUCCIÓN

Las industrias procesadoras de alimentos deben contar con sistemas de gestión inocuidad que les facilite tomar el control de sus procesos y de los peligros inherentes a sus materias primas y los equipos de producción. Una consecuencia negativa de no contar con la implementación del sistema de inocuidad es tener procesos eficaces pero no eficientes y el no aprovechamiento de recursos importantes. El análisis de peligros y puntos críticos de control es una herramienta prometedora y funcional que puede aportar al área con oportunidad de mejora del sistema de inocuidad.

El sistema de gestión basado en análisis de peligros y puntos de control es una herramienta muy funcional, sencilla de aplicar y no requiere de una inversión de gran cantidad de recursos. Esta investigación aportará un plan del sistema de inocuidad donde se mostrarán los pasos y principios de la metodología ya aplicados a la elaboración de helados cremosos envasados que permitirá controlar de manera eficiente y eficaz los peligros presentes en el proceso de producción.

Los análisis realizados en este estudio darán a conocer la efectividad de esta aplicación. Se espera que el plan sea un aporte al sistema de inocuidad de la planta productora. La investigación será de beneficio para la fábrica y sus posibilidades de expansión; favorecerá la interpretación de la metodología y el análisis de los peligros en sus propios procesos y materias primas, obteniendo de esa manera un producto seguro para el consumidor y una mayor rentabilidad para el productor.

Se desarrollará un sistema de inocuidad que controle y mitigue todos los riesgos de inocuidad inherentes a los helados cremosos envasados, por medio de la observación del proceso productivo y de un amplio análisis de materias primas. Posteriormente se determinarán las etapas críticas en el proceso de producción y se establecerán medidas que mitiguen los efectos posibles de los riesgos inocuidad en el proceso.

En el capítulo 1, se presentarán antecedentes de la investigación, que resumen investigaciones previas sobre el tema en Guatemala y en otros países. En el capítulo 2, se hará una exploración bibliográfica de los temas que sirva como base teórica del sistema propuesto. En el capítulo 3, se hará un análisis de las materias primas utilizadas en la elaboración de helados cremosos envasados, así como la definición de puntos críticos de control que deberán ser establecidos.

En el capítulo 4, se hará un análisis de las etapas del proceso productivo de las que se determinarán las etapas críticas. En el capítulo 5, se determinarán los controles preventivos y las acciones correctivas, formatos y procedimientos para el sistema de inocuidad. En el capítulo 6, se hará una presentación de los resultados más relevantes de la investigación y en el capítulo 7, se hará una discusión de los mismos. Por último, se presentarán las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

## 2. ANTECEDENTES

En Guatemala, profesionales en la industria alimenticia han ejecutado proyectos sobre sistemas de inocuidad basados en análisis de peligros y puntos críticos de control, específicamente en plantas industriales productoras de helados cremosos envasados, a continuación los más sobresalientes.

En su documento Paz (2012), aplica la metodología HACCP en distintos tipos de procesamiento de helados cremosos, en los cuales propone tres puntos críticos de control con sus diferentes límites operacionales, siendo estos pasteurización, enfriamiento y detección de metales dando como resultado un plan HACCP fácil de incorporar a cualquier planta de fabricación de helados.

Por su parte Cordero (2012), desarrolla el sistema de gestión en una fábrica cuyo producto estrella es el chocolate líquido y además es muy utilizado como complemento para los helados cremosos. En la investigación Cordero detecta peligros significativos inherentes a las materias primas tanto como al proceso pero que se logran disminuir a través de una pasteurización a 80 °C por 10 minutos y una detección de metales. Esfuerzos que permiten obtener un chocolate líquido libre de peligros para el consumidor.

En otros países se encontraron investigaciones relacionadas con el mismo tema desarrollado en la industria heladera. A continuación, las más destacadas.

Como lo comentan Ruesta y Vergara (2021), crean una guía para facilitar la implementación de un plan HACCP de helado específico y determina como resultados de la investigación que es posible elaborar un producto que no sea

pernicioso a los consumidores, controlando los peligros desde los procesos de pasteurización, mezclado, temperatura de almacenamiento en bodega y en los puntos de venta.

Otra investigación es la de Días, Caicedo y Mejía-Gutiérrez (2015), en su publicación “Diseño de un sistema de aseguramiento de la inocuidad en una empresa procesadora de leches en el Departamento de Caldas”, implementan un programa de inocuidad para la planta de procesamiento de lácteos en el cual concretan los pasos preliminares del HACCP hasta la vigilancia.

También se puede hablar de González, Iribe y Martell-González (2012), en su publicación *Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en una planta de helados*, definen los procesos de pasteurización, congelación y almacenamiento como puntos críticos de control que permitirán eliminar o reducir hasta niveles aceptables los niveles de posible contaminación con patógenos. Los resultados han sido tres años de cumplimiento exitoso de requerimientos de inocuidad del país perteneciente y ser aptos para su distribución.

Como sigue diciendo González, Iribe y Martell-González (2012), en su publicación *Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en una planta de helados*, analizan profundamente el entorno y los resultados proponen ubicar los PCC en etapas de pasteurizado de la mezcla, congelación y almacenamiento, los cuales permiten mitigar los posibles riesgos de contaminación del producto.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las industrias de alimentos alrededor de todo el mundo, principalmente las que se dedican a la exportación cumplen con sistemas de gestión inocuidad que les permite facilitar el control de todos los peligros inherentes a sus materias primas y consecuentemente a sus procesos de producción. Las regulaciones de los países extranjeros han hecho de carácter obligatorio contar con un estándar internacional de sistema de inocuidad, sin embargo en la región centroamericana se otorga una licencia para operar que garantiza que se cumplen con las buenas prácticas de manufactura cuyo objetivo es producir alimentos inocuos.

La causa principal es que no se cuenta con un equipo de personas especialmente capacitadas en materia de inocuidad de alimentos, análisis de peligros y puntos críticos de control que trabajen en conjunto y faciliten el proceso de desarrollo e implementación del sistema de inocuidad y a su vez tengan en cuenta las descripciones y el uso destinado del producto.

Los consumidores al no conocer la descripción y el uso destinado del producto, pueden cometer errores involuntarios por falta de conocimiento e información brindada. Adicionalmente no se tienen diagramas de flujo de todos los procesos implicados en la elaboración de los productos y subproductos tales como jaleas usadas como *topping*.

No se pueden establecer medidas y puntos críticos de control pues no se han identificado los peligros significativos presentes a lo largo de todo el proceso de producción debido a que no se tienen diagramas de flujo oficialmente

establecidos y verificados en el sitio para su posterior socialización y capacitación de las personas involucradas en el proceso.

Se ha generado una ineficiencia y atrasos en los tiempos productivos los cuales implican desperdicio de recursos importantes para la organización; situación que se puede evitar mediante la definición de todo tipo de fallas y las soluciones correspondientes que puedan darse en equipos o procedimientos.

No existen puntos críticos de control con sus límites críticos correspondientes, pudiendo ser un área de oportunidad de mejora para el sistema de inocuidad.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio. ¿Cómo se llevará a cabo el desarrollo del sistema de inocuidad basado en análisis de peligros y puntos críticos de control aplicado a helados cremosos envasados?

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles serán los peligros significativos en las materias primas para la elaboración de helados cremosos envasados?
- ¿Cuáles serán las etapas críticas en el proceso de elaboración de helados que se conviertan en puntos de control y cuáles serán sus límites?
- ¿Qué medidas se pueden tomar para mitigar los efectos posibles de los riesgos en materias primas y puntos críticos de control en el proceso?

## 4. JUSTIFICACIÓN

La realización del presente trabajo se justifica en la línea de investigación de Diseño de Sistemas de Control de Inocuidad en Lugares donde se Preparan Alimentos de la Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Guatemala es un país industrial en el cual el rubro de alimentos representa un gran porcentaje del mismo y a su vez la industria de helados es muy común en Guatemala, sin embargo, el interés de estas por programas de inocuidad ha sido poco explotado. La investigación aportará un plan del sistema de inocuidad donde se mostrarán los pasos y principios de la metodología ya aplicados a la elaboración de helados cremosos envasados que permitirá controlar de manera eficiente y eficaz los peligros presentes en el proceso de producción.

La investigación dará como resultado una guía tangible para cada producto de interés en la que se detallará el desarrollo de un sistema de inocuidad basado en análisis de peligros y puntos críticos de control, la cual se puede interpretar y adaptar fácilmente a los procesos de producción de helados cremosos envasados de cualquier productor, considerando todas las variables de materias primas, proveedores y equipos utilizados en su elaboración.

El beneficio de la guía no se limitará solo a la fábrica de estudio, sino también será de beneficio para pequeños y medianos productores de helados cremosos envasados cuyo propósito sea trabajar bajo estrictos parámetros de inocuidad; favorecerá la interpretación de la metodología y el análisis de los peligros en sus propios procesos y materias primas, obteniendo de esa manera

un producto seguro para el consumidor y una mayor rentabilidad para el productor.

La guía basada en el sistema de inocuidad ayudará a controlar eficientemente los peligros y riesgos de inocuidad de un proceso de elaboración de helados cremosos envasados y permitirá a toda fábrica desarrollar una competitividad muy alta al no generar gastos por desperdicio de recursos importantes en reprocesos y mermas, sino que aumentará su capacidad para poder exportar a todo el mundo y superar el nivel de las ventas, siendo de beneficio para el comercio y la economía de Guatemala.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Desarrollar un sistema de inocuidad que controle y mitigue todos los riesgos de inocuidad inherentes a los helados cremosos envasados.

### **5.2. Específicos**

- Evaluar los peligros potenciales presentes en las materias primas por medio de un porcentaje de severidad y probabilidad.
- Determinar las etapas críticas en el proceso de producción y sus respectivos límites que sean eficientes y eficaces.
- Establecer medidas que permitan mitigar los efectos posibles de los riesgos en materias primas y puntos críticos de control en el proceso.



## **6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

Con la investigación se dará como aporte un plan de inocuidad en el cual se detallará lo pertinente al sistema de gestión, correctamente aplicado a la elaboración de helados cremosos envasados, con el que se pretende servir como apoyo a la implementación de las etapas y controles necesarios dentro de la organización. Así como también se plasmará cualquier evidencia y el análisis realizado para llegar a las conclusiones de todos los puntos presentados.

La falta de documentación de diagramas de flujo, procedimientos, descripciones del uso del producto dificulta el proceso de definición del sistema de gestión de inocuidad; razón por la que se entregará con este plan los diagramas de flujo del proceso de elaboración de todos los helados cremosos envasados con sus correspondientes subprocesos de materias primas, que permitirán tener una mejor visualización de cada etapa para su evaluación y definición como crítica según los criterios necesarios.

Las acciones correctivas que no han sido establecidas generan dificultad para la resolución de inconformidades y problemas que se pueden llegar a presentar en determinadas ocasiones. La necesidad de estandarización de estas acciones es de gran importancia para la agilización del proceso y el cumplimiento de los requisitos del sistema de gestión. Se entregará una guía en la que se presentarán situaciones por fallas técnicas con los equipos, procedimientos o procesos con probabilidades de ocurrencia en las que se indicará qué hacer, cómo hacer, cuándo hacer a medida de acción correctiva que cumpla con la particularidad de ser eficiente y eficaz. Sin embargo no se pretende entregar una

guía de operación de equipos o manuales operativos para cada actividad involucrada dentro del proceso.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Generalidades de los helados**

A continuación, en los siguientes incisos se hace una breve descripción acerca de las generalidades de los helados.

#### **7.1.1. Presentaciones y sabores**

La normativa centroamericana clasifica en tres categorías a los helados, según el tipo de base que tiene el producto terminado Reglamento técnico centroamericano (2017) estos son:

##### **7.1.1.1. Helados a base de agua**

Comprenden los helados cuyo componente principal es el agua y no contienen ningún ingrediente lácteo, solo están realizados mayormente con agua, sacarosa o jarabe de glucosa, aromatizantes, frutas, colorantes, aditivos alimentarios, sacarosa o glucosa y pueden encontrarse en cualquier tienda o supermercado en presentación de paleta o vaso de diferentes marcas comerciales nacionales e internacionales. (Reglamento técnico centroamericano, 2017)

##### **7.1.1.2. Helados a base de leche**

Comprenden los helados cuya materia prima base es la leche de cualquier mamífero, su consistencia es cremosa y suave que pueden o no ser

aromatizados artificialmente o con frutas naturales. (Reglamento Técnico Centroamericano, 2017) a diferencia de los anteriores, estos se componen de más materias primas sólidas que le otorgarán textura, sabor y color característicos que solo las grasas, azúcares, emulsificantes, espesantes y otros aditivos son capaces de otorgar. Los helados de este tipo son distribuidos en todo el país en diferentes formas y presentaciones comerciales de distintos fabricantes.

### **7.1.1.3. Helados a base de agua y constituyentes lácteos**

Es una categoría de helados que poseen la base de agua pero pueden contener componentes de la leche como la caseína.

### **7.1.2. Materias primas**

Para que un helado será cremoso y de una textura suave debo contar con los siguientes componentes:

- Leche entera, descremada o modificada
- Agua sin cloro, menor dureza y previamente tratada
- Suero dulce o salado de leche
- Grasa vegetal RBD o parcialmente hidrogenada
- Jarabe de glucosa
- Lecitina de soya
- Emulsionantes
- Aromatizantes artificiales o naturales
- Colorantes en fluidos o en polvo

### **7.1.3. Proceso de elaboración**

El proceso de producción masivo de helados cremosos envasados está comprendido de varios procesos que puede durar hasta veinticuatro horas.

#### **7.1.3.1. Recepción de materia prima**

Todos los ingredientes utilizados para la elaboración del alimento y su empaque, se analizan previamente mediante un estricto muestreo representativo de los lotes a ingresar, pruebas sensoriales y fisicoquímicas dentro del laboratorio y cuidando siempre que el proveedor cumpla el requisito de otorgar un certificado que demuestra la conformidad de su producto con los requisitos del cliente y su calidad acordada. Cuando los resultados son satisfactorios se procede a su almacenamiento para ser utilizados cuando la producción lo requiera.

#### **7.1.3.2. Elaboración de la mezcla**

Las materias primas de la formulación son agregadas dentro de marmitas que permiten la disolución e integración de cada una de ellas y a su vez realizar la pasteurización de la mezcla del helado mediante un proceso de ultra alta temperatura (UHT), temperatura alta y tiempo corto (HTST) o pasteurización lenta.

- Pasteurización lenta: tratamiento térmico manteniendo 30 minutos la temperatura de 63 °C para su posterior enfriamiento rápido a 7 °C.
- HTST: tratamiento térmico de la mezcla manteniendo por 15 segundos la temperatura de 72 °C para su posterior enfriamiento rápido a 10 °C.

- UHT: tratamiento térmico de la mezcla manteniendo la temperatura de 135-140 °C por 2 a 4 segundos. (Mora y Maestre, 2017)

### **7.1.3.3. Homogenización**

La mezcla una vez pasteurizada se somete a presiones de 2000 y 2500 psi con el fin de eliminar la propiedad de la leche de separación en sus fases y lograr una emulsión efectiva de grasa y agua. (Mora y Maestre, 2017)

### **7.1.3.4. Maduración de la mezcla**

Se le llama así al proceso de dejar la mezcla en agitación durante doce horas mínimo y de cuatro a cinco grados Celsius a fin hidratar los espesantes.

### **7.1.3.5. Batido de la mezcla**

La mezcla es batida por una batidora con cuchillas, lo que permite que tome consistencia suficiente para poder ser extruido por una manguera hacia el envasado.

### **7.1.3.6. Envasado**

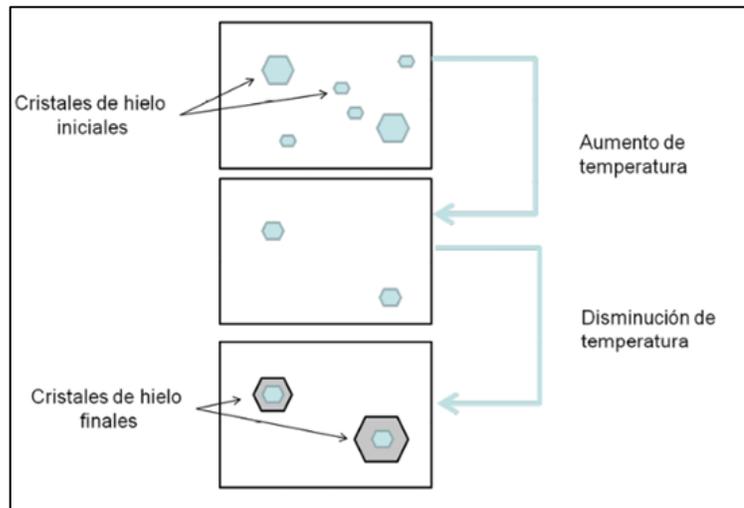
Consta de agregar la mezcla que fue anteriormente batida y ya posee la consistencia pastosa deseada para poder pasar por un extrusor y poder llenar el recipiente donde será comercializado.

### **7.1.3.7. Congelación rápida**

Luego del envasado el producto debe ser trasladado rápidamente al enfriamiento rápido, pues es necesario para que se formen la mayor cantidad de

núcleos para obtener una red cristalina más uniforme y así favorecer a la creación de cristales pequeños para una mejor calidad y textura del helado.

Figura 1. **Cristales en la congelación del helado**



Fuente: Mora y Maestre (2017). *Fundamentos Científicos de la Heladería*.

#### 7.1.3.8. Almacenamiento

Cuando alcanza la temperatura adecuada, el producto procede a almacenarse en una bodega, la cual está a una temperatura mayor que en el enfriamiento, pues ya está listo para poder almacenarse mientras la demanda requiera que el producto sea despachado hacia un cliente.

#### 7.1.4. Maquinaria industrial

La producción de helados cremosos requiere equipos que se encargan de la transformación de materias primas en el producto terminado y otros que

confieren las características de cremosidad y sabores característicos de los helados cremosos. Estos son:

- Marmitas enchaquetadas
- Intercambiadores de calor
- Homogeneizadores
- Tanques de almacenamiento
- Batidoras Industriales
- Mangueras de extrusión

#### **7.1.5. Control de calidad en los helados**

La calidad de los alimentos se divide en ramas que definirán la aceptabilidad del consumidor hacia el producto que posee una tendencia a priorizar las características sensoriales de los helados que se describen en la tabla. En segundo y tercer lugar califica el aspecto inocuo y nutricional de los alimentos (Ramírez, Rengifo y Rubiano, 2015). Para determinados segmentos de mercado el valor nutricional de los alimentos tiene un gran peso al momento de efectuar una elección de compra. La propiedad sanitaria o higiénica de los alimentos debe tener la importancia máxima ya que la carencia de esta no permite comercializar los productos hasta el consumidor para evitar enfermedades transmitidas por alimentos a la población.

Las características fisicoquímicas son determinadas por instrumentos y equipos industriales que miden y permiten estandarizar parámetros para conseguir una uniformidad en cada lote de producción según las políticas y requerimientos del fabricante.

Figura 2. **Características de calidad en los helados**

| <b>Calidad</b> | <b>Características de calidad</b>  |
|----------------|--|
| Sensorial      | Forma, color, olor, sabor, textura   |
| Nutricional    | Composición, digestibilidad  |
| Sanitaria      | Inocuidad (microorganismos, agentes químicos, contaminantes)                             |
| Fisicoquímica  | pH, acidez, color, propiedades coligativas, viscosidad                                   |
| Funcional      | <i>Overrun</i> , envasado, derretimiento, capacidad de depósito, capacidad de porcionado |

Fuente: Ramírez *et al.* (2015). *Parámetros de Calidad en los Helados*.

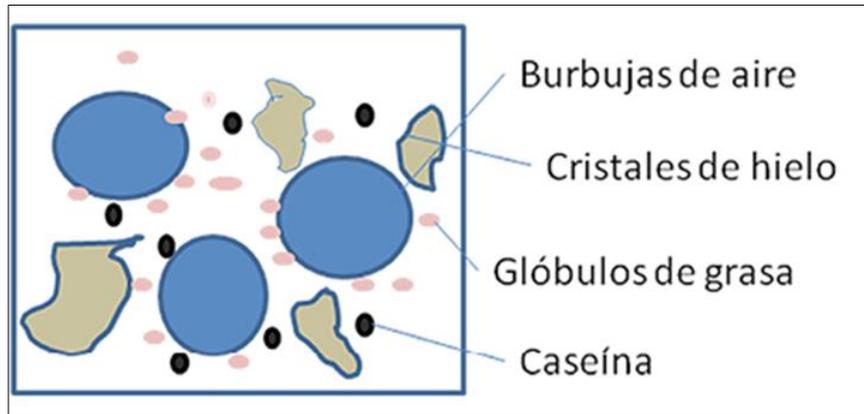
### 7.1.6. **Parámetros funcionales**

La funcionalidad de un helado puede ser conocida fácilmente por medio de parámetros cuantitativos de interés que a la vez determinan su calidad, categoría y su costo. A continuación se exponen los más importantes y utilizados en la industria heladera.

#### 7.1.6.1. **Overrun**

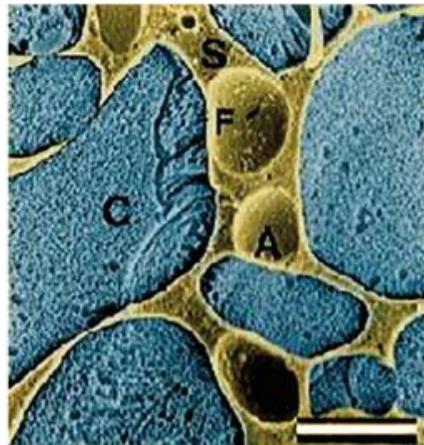
Se refiere al porcentaje de rendimiento que la mezcla fluida puede llegar a tener y es determinado por la cantidad de burbujas de aire que este tenga en su estructura.

Figura 3. **Estructura del helado**



Fuente: Mora y Maestre (2017). *Fundamentos Científicos de la Heladería*.

Figura 4. **Estructura del helado A) burbujas de aire, C) cristales de hielo F) glóbulos de grasa y S) fase acuosa no congelada**



Fuente: Mora y Maestre. (2017). *Fundamentos Científicos de la Heladería*.

El *overrun*, al ser un parámetro numérico, puede ser calculado con la siguiente ecuación:

- Ecuación de *overrun*

$$\%overrun = \frac{\text{Peso del volumen de mezcla} - \text{Peso del mismo volumen de helado}}{\text{Peso del mismo volumen de helado}} * 100$$

El aire que se incorpore a la estructura del helado determinará la palatabilidad cremosa o áspera con cristales de hielo. El rendimiento y la cantidad de aire son proporcionales entre sí, entonces se debe determinar cuidadosamente ya que un helado con muchas burbujas se percibirá con una textura similar a la espuma y no se congelará o se derretirá más fácil. A los helados con mayor cantidad de aire se le denominan *economy* por tener usualmente un 100 % de *overrun*, pues significa que un litro de mezcla fluida rendirá dos litros de helado después de batido. Un helado con muy poco aire incorporado se solidificará completamente y será de sensación pesada y con cristales, característica de calidad no deseada. Debe obtenerse un balance adecuado entre la formulación y el *overrun* para obtener las mejores características organolépticas de los helados. (Mora y Maestre, 2017)

#### **7.1.6.2. Porcentaje de derretimiento y tiempo de derretimiento de la primera gota**

Una persona demora treinta minutos en comer completamente un helado, por lo que el tiempo en que tarda en caer la primera gota es un indicador clave para la calidad del helado el cual se basa sencillamente en la cantidad o proporción que tenga de emulsionantes en la mezcla. (Ramírez et al., 2015)

## **7.2. Inocuidad de alimentos**

Se refiere a la característica de un alimento manipulado y fabricado higiénicamente y bajo controles que reducen o eliminan contaminaciones de

diferentes tipos no deseados desde el plan de producción hasta la mesa del consumidor. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2016)

### **7.2.1. Peligros**

Agentes que son un atentado para la ingesta segura de un alimento. Se dividen en:

#### **7.2.1.1. Físicos**

Son objetos físicos que no conforman parte del producto final pues no está descrito en la etiqueta y pueden causar lesiones o cortaduras al consumidor, al tener formas y tamaños indefinidos. Un peligro físico puede provenir de cualquier punto del proceso productivo.

#### **7.2.1.2. Químicos**

Se comprenden todas las sustancias químicas no deseadas presentes en el alimento que son dañinas para la salud del consumidor y por lo tanto no deben ingerirse.

#### **7.2.1.3. Biológicos**

Los peligros biológicos lo conforman todos los organismos microscópicos que se pueden atribuir a los alimentos desde la cosecha hasta una mala manipulación en el procesamiento.

### **7.2.2. Microorganismos patógenos**

Son microorganismos que causan un daño potencial por medio de infecciones, intoxicaciones o tox infecciones. No pueden ser detectados a simple vista porque no son deteriorantes, solo se transmiten a través de otros alimentos y superficies contaminadas. (FAO, 2012)

### **7.3. Análisis de peligros y puntos críticos de control**

Es un sistema de inocuidad ordenado y sistemático basado en la observación y análisis de todos los puntos, procesos y materias primas y el mejoramiento de condiciones desfavorables que impiden la obtención de alimentos inocuos. Busca reducir riesgos de contaminación y establecer controles para lograr dicho objetivo. Este sistema inició como un programa de cero defectos, por los interesados: NASA, Pillsbury y la autoridad de alimentos de los Estados Unidos para producir alimentos que no enfermaran a los astronautas durante sus misiones. La primer industria en adoptar este sistema fue la compañía Pillsbury que se dio cuenta que ya no necesitaría de numerosos análisis de laboratorio para sus productos terminados, sino que pondría más atención en el proceso desde el primer paso, estableciendo operaciones críticas y con mayor necesidad de inspección. (Cordero, 2012)

#### **7.3.1. Ventajas**

El APPCC se enfoca en prevenir la contaminación del alimento en vez de intentar corregir el producto terminado, lo que reduce o elimina probabilidades de la empresa de tener pérdidas de recursos materiales, monetarios y tiempo.

### **7.3.2. Pasos preliminares**

En esta sección se aclaran términos para que el APPCC se facilite en su ejecución, se tienen los siguientes pasos

#### **7.3.2.1. Formación del equipo**

Se conformará por personas con conocimientos en los procesos productivos que desarrollarán el plan necesario para reducir y mitigar los riesgos que puedan sufrir los alimentos y que además estarán en constante vigilancia y mejora del mismo para garantizar la efectividad del sistema de gestión de inocuidad. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2016)

#### **7.3.2.2. Descripción de producto**

Implica definir el producto y sus características, los procesos tecnológicos de alimentos a los que el alimento es sometido que pueden ser de interés para el consumidor según sus requerimientos, abarcar la forma correcta de manejo, almacenamiento y distribución y su durabilidad, también en esta sección debe especificarse el público que puede ser consumidor del producto en cuestión. (Ruesta y Vergara, 2021)

#### **7.3.2.3. Diagramas de flujo**

Incluye la descripción del proceso de forma gráfica, secuencial y ordenada de acuerdo al proceso actual de preparación del alimento el cual es utilizado en el sitio. Incluye los parámetros más importantes de las etapas del procesamiento como temperatura, presión, y tiempo. (González, Iribe y Martell-González, 2012)

#### **7.3.2.4. Verificaciones *in situ* del diagrama de flujo**

El equipo APPCC debe realizar una validación del diagrama del proceso elaborado para el análisis de peligros comparándolo con el proceso actual en la planta. Ello debe ser realizado en piso para tener todos los cuidados de incluir y tener escritos los detalles y parámetros más importantes de operación que ayudan a la inocuidad. (Echeverría, 2012)

#### **7.3.3. Principios**

Los principios de este sistema de inocuidad basado en un análisis de peligros, se componen de requerimientos específicos para desarrollar un plan integral y efectivo para el aseguramiento de la inocuidad del producto. Los siete principios se describirán a continuación.

##### **7.3.3.1. Principio uno: análisis de peligros**

Para este principio, se analizarán tanto las materias primas como los procesos que puedan introducir peligros al alimento. Este principio se realiza enlistando o clasificando en tablas los peligros posibles demostrando que se ha tomado en consideración. (Ruesta y Vergara, 2021)

##### **7.3.3.2. Principio dos: determinación de los PCC**

Cuando se han considerado y analizado las operaciones unitarias y materias primas implicadas en la elaboración del alimento, se hará una valoración mediante probabilidad y severidad del daño para determinar cuál se convertirá en un PCC.

En la figura 6, se muestra una matriz IPER, (Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos). La cual debe aplicarse en forma de evaluación a cada materia prima del producto para el que se realizará el análisis de peligros.

La probabilidad y la severidad del peligro se determinarán con base a evidencia escrita en textos, artículos, datos históricos de reclamos en países, que facilite la determinación de un peligro significativo que tendrá su punto crítico de control. (Paz, 2012)

Tabla I. **Matriz IPER**

| Materias primas utilizadas | Peligros identificados | Evaluación de riesgos |        | ¿Es éste peligro significativo?<br>¿Si o no? | Si no es un peligro significativo, ¿con qué programa de prerequisite se controla este peligro? |
|----------------------------|------------------------|-----------------------|--------|--|--|
|                            |                        | Probabilidad          | Riesgo |  |  |

Fuente: Paz (2012). *Plan HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) Para una Planta Productora de Helados en Guatemala.*

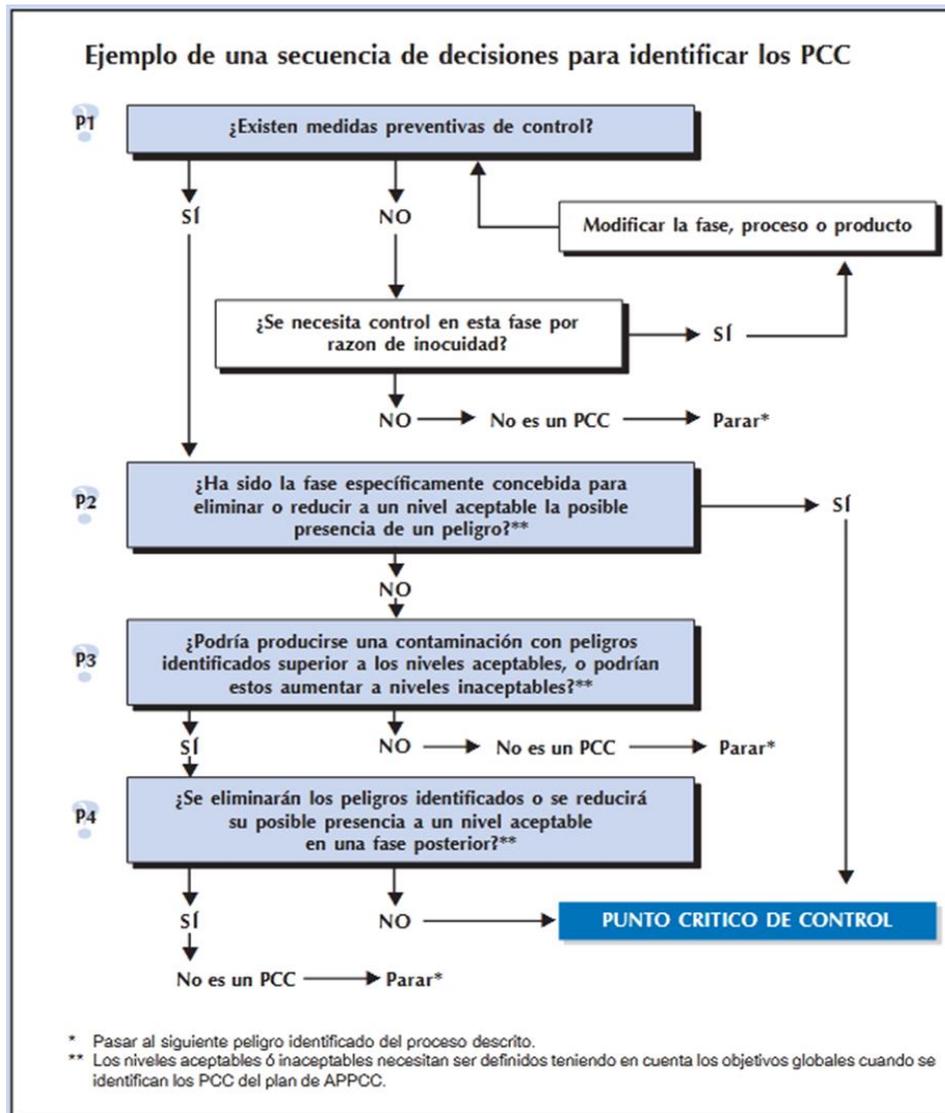
Tabla II. **Criterios de evaluación de peligros para la salud**

|                               |                |                |      |       |      |
|-------------------------------|----------------|----------------|------|-------|------|
| Probabilidad de ocurrencia    | Alta           | Sa             | Me   | Ma    | Cr   |
|                               | Media          | Sa             | Me   | Ma    | Ma   |
|                               | Baja           | Sa             | Me   | Me    | Me   |
|                               | Insignificante | Sa             | Sa   | Sa    | Sa   |
|                               |                | Insignificante | Baja | Media | Alta |
| Gravedad de las consecuencias |                |                |      |       |      |

Fuente: Paz (2012). *Plan HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) Para una Planta Productora de Helados en Guatemala.*

En la figura 8 se muestra otra herramienta muy útil para determinar puntos críticos. Se denomina diagrama de decisiones en el que se sigue un recorrido respondiendo a los enunciados que este plantea en cada recuadro.

Figura 5. **Árbol de decisión para determinar un PCC**



Fuente: FAO (1997). *Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPC) y Directrices para su Aplicación.*

### **7.3.3.3. Principio tres: establecimiento de límites críticos**

Un límite crítico es una guía para la conformidad o inconformidad de la operación aplicada al alimento. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, 2016)

En este principio, todos los puntos de control y los críticos que el equipo determinó así, tendrán valores mínimos y máximos para operar y controlar agentes de peligro en el alimento. Estos serán controles de equipos de temperatura, tiempo, o de características fisicoquímicas del alimento o materias primas como el pH, características microbiológicas, entre otros. (Cordero, 2012)

### **7.3.3.4. Principio cuatro: vigilancia de los PCC**

Los equipos pueden sufrir defectos, desviaciones y descalibrarse por diferentes factores y afectar a los límites críticos, es por ello que debe llevarse a cabo un monitoreo periódico y previamente definido para que el PCC sea efectivo. La vigilancia se traduce en inspecciones de los controles y deben ser documentados en un registro. (Caicedo, Díaz y Mejía-Gutiérrez, 2015)

### **7.3.3.5. Principio cinco: establecimiento de medidas correctivas**

Cada punto crítico de control cuenta con un procedimiento para realizar una medida correctiva en los casos que ocurra una desviación en los límites críticos y ha sido detectada por la vigilancia y también en los casos en que no ha sido detectada a tiempo con el fin de esclarecer cualquier problema y definir la

manera en que se debe actuar para evitar productos que vayan a ser rechazados según la condición de no conformidad con el sistema de gestión.

Las medidas correctivas tienen tiempos para su ejecución, ya sea inmediatamente, no inmediata y temporal. En el primer caso se puede continuar con la producción solo ajustando los equipos, en el siguiente caso implica la clasificación de producto no conforme y el ajuste del equipo, por el contrario una temporal conlleva más días de modificación hasta se considera modificar el plan de análisis de peligros. (Cedeño y Vera, 2012)

#### **7.3.3.6. Principio seis: procedimientos de verificación del sistema**

Consta de pruebas, análisis, inspecciones que permiten validar que el producto es inocuo gracias a los límites y puntos críticos de control definidos. Realiza inspecciones para comprobar que todos los peligros posibles han sido considerados y la vigilancia es efectiva. (González *et al.* (2012)

#### **7.3.3.7. Principio siete: Sistema de documentación de todos los procedimientos y registros**

Todos los registros, procedimientos y documentos generados para el APPCC para cada uno de sus principios, deben conservarse y archivarse con el fin de demostrar la conformidad de los procesos y de los alimentos con el sistema de gestión. Los registros muestran la evidencia de que el producto alimenticio ha cumplido correctamente con los requerimientos establecidos desde la primera operación del proceso hasta la última operación o ya sea que se han realizado medidas correctivas ante cualquier desviación. La documentación debe ser fácil

de encontrar en el caso de que se deba presentar una defensa del sistema de gestión. (Ruesta y Vergara, 2021)

## 8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades de los helados

2.1.1. Presentaciones y sabores

2.1.1.1. Helado a base de agua

2.1.1.2. Helado a base de leche

2.1.1.3. Helados elaborados a base de agua y  
constituyentes lácteos

2.1.2. Materias primas

2.1.3. Proceso de fabricación

2.1.3.1. Recepción de materia prima

2.1.3.2. Elaboración de la mezcla

2.1.3.3. Homogenización

- 2.1.3.4. Maduración de la mezcla
    - 2.1.3.5. Batido de la mezcla
    - 2.1.3.6. Envasado
    - 2.1.3.7. Congelación rápida
    - 2.1.3.8. Almacenamiento
  - 2.1.4. Maquinaria industrial
  - 2.1.5. Control de calidad en los helados
  - 2.1.6. Parámetros funcionales
    - 2.1.6.1. Overrun
    - 2.1.6.2. Porcentaje y tiempo de derretimiento
- 2.2. Inocuidad de los alimentos
  - 2.2.1. Peligros
    - 2.2.1.1. Físicos
    - 2.2.1.2. Químicos
    - 2.2.1.3. Biológicos
  - 2.2.2. Microbiología
    - 2.2.2.1. Organismos patógenos
- 2.3. Análisis de peligros y puntos críticos de control
  - 2.3.1. Ventajas
  - 2.3.2. Pasos preliminares
    - 2.3.2.1. Formación del equipo APPCC
    - 2.3.2.2. Descripción del producto
    - 2.3.2.3. Diagramas de flujo
    - 2.3.2.4. Verificaciones in situ del diagrama de flujo
  - 2.3.3. Principios
    - 2.3.3.1. Análisis de peligros
    - 2.3.3.2. Determinación de los PCC
    - 2.3.3.3. Establecimiento de límites críticos

- 2.3.3.4. Establecimiento de vigilancia de control de los PCC
- 2.3.3.5. Establecimiento de medidas correctivas
- 2.3.3.6. Procedimientos de verificación del sistema
- 2.3.3.7. Sistema de documentación de todos los procedimientos y registros.

### 3. PELIGROS SIGNIFICATIVOS EN LAS MATERIAS PRIMAS

- 3.1. Descripción de las materias primas
- 3.2. Identificación de peligros potenciales
- 3.3. Evaluación de peligros potenciales en las materias primas
- 3.4. Determinación de PCC

### 4. ETAPAS CRÍTICAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

- 4.1. Flujo de operaciones del proceso
- 4.2. Descripción de las etapas del proceso
- 4.3. Identificación de peligros potenciales
- 4.4. Evaluación de peligros en las etapas

### 5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS POSIBLES

- 5.1. Determinación de controles preventivos y acciones correctivas
- 5.2. Formatos y procedimientos

### 6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

### **9.1. Tipo de estudio**

El presente estudio es de tipo cuantitativo descriptivo dado que considera el fenómeno de análisis de peligros y las variables de riesgo del alimento.

### **9.2. Diseño de investigación**

Se realizará un diseño de tipo no experimental transaccional descriptivo, ya que se hará una toma de datos en un único momento al realizar el análisis de peligros.

### **9.3. Variables del estudio**

En la tabla I se presenta la descripción de las variables que se evaluarán en el presente estudio.

Tabla III. Descripción de variables

| <b>Variables</b>              | <b>Descripción</b>   | <b>Definición Operacional</b>  |
|-------------------------------|--|--|
| <b>Grado de severidad</b>     | Nivel de gravedad al acontecer una consecuencia de exposición al peligro         | Valuado en una escala de 1 a 5 en donde 1 es muy poco severo y 5 es muy severo     |
| <b>Probabilidad</b>           | Posibilidad de que suceda o no un determinado evento.                            | Valuado en una escala de 1 a 5 en donde 1 es muy poco probable y 5 es muy probable |
| <b>Árbol de decisión</b>      | Diagrama que permite avanzar por un camino y tomar decisiones relacionadas.      | Permite definir a través de decisiones secuenciales si el control es un PCC o no   |
| <b>Porcentaje de eficacia</b> | Proporción utilizada para indicar la capacidad de cumplir con un efecto deseado. | Capacidad proporcional de disminuir o eliminar determinado riesgo en cada etapa    |

Fuente: elaboración propia.

#### 9.4. Fases del estudio

El estudio se desarrolla en cinco fases las cuales son descritas a continuación.

##### 9.4.1. Fase 1: exploración bibliográfica

Se hará una exploración sobre los conceptos generales de los helados, parámetros de calidad, sus presentaciones y sabores. Se hará una recopilación de documentos sobre los helados y su proceso de elaboración. Se expondrá el tema de análisis de peligros y puntos críticos de control aplicado a una fábrica de producción de helados, desde el proceso de fabricación y sus controles hasta las materias primas utilizadas. Para obtener el sistema de inocuidad se necesita conocer los pasos preliminares y principios a desarrollar, por ello también se expondrán estos.

#### 9.4.2. Fase 2: peligros significativos en las materias primas

Descripción de las materias primas utilizadas en los helados cremosos envasados.

En la tabla IV se presenta la descripción y función tecnológica de las materias primas y material de empaque utilizados en la fabricación de helados cremosos envasados con sabor a vainilla, fresa y chocolate.

Tabla IV. Descripción de materias primas y material de empaque

| <b>Materia prima</b>           | <b>Descripción</b> |
|--------------------------------|--------------------|
| Agua filtrada                  |                    |
| Ácido cítrico                  |                    |
| Azúcar                         |                    |
| Cacao en polvo                 |                    |
| Color amarillo No. 5           |                    |
| Color rojo No. 40              |                    |
| Color caramelo                 |                    |
| Fresa natural                  |                    |
| Glucosa                        |                    |
| Grasa vegetal                  |                    |
| Grasa parcialmente hidrogenada |                    |
| Carragenina                    |                    |
| Leche entera                   |                    |
| Leche descremada               |                    |
| Leche modificada               |                    |
| Sabor vainilla                 |                    |
| Sal yodada                     |                    |
| Suero de leche                 |                    |
| Lecitina de soya               |                    |
| Goma Guar                      |                    |
| Empaque (envase 1 L blanco)    |                    |
| Tapa hermética                 |                    |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla V se muestra el análisis de los tres tipos de peligros realizado a cada materia prima para detectar peligros potenciales de inocuidad que pueden introducirse en cada una.

**Tabla V. Identificación de peligros potenciales de inocuidad en materias primas**

| (1) Ingrediente/paso del procesamiento | (2) Peligros potenciales de inocuidad alimentaria | (3) Es significativo algún peligro (SI/NO) | (4) Justifique su decisión de la columna 3 | (5) ¿Qué medidas se pueden aplicar como control preventivo para disminuir significativamente estos peligros? |
|--|---|--|--|--|
| Agua filtrada                          | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Ácido cítrico                          | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Azúcar                                 | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Cacao en polvo                         | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Color Amarillo No.5                    | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Color Rojo No. 40                      | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Color Caramelo                         | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Fresa natural                          | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Glucosa                                | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Grasa vegetal                          | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |
| Grasa parcialmente hidrogenada         | F   |  |  |  |
|  | Q   |  |  |  |
|  | B   |  |  |  |

Continuación de la tabla V.

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Carragenina                         | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Leche entera                        | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Leche descremada                    | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Leche modificada                    | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Sabor vainilla                      | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Sal yodada                          | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Suero de leche                      | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Lecitina de soya                    | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Goma Guar                           | F |
|                                     | Q |
|                                     | B |
| Empaque (envase 1 L<br>blanco) Tapa | F |
| hermética                           | Q |
|                                     | B |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VI se realiza la evaluación de peligros significativos y el análisis de probabilidad y severidad para cada materia prima

Tabla VI. **Evaluación de peligros por análisis de probabilidad y severidad**

| (1)Ingrediente/pas<br>o del<br>procesamiento        | (2)Agente<br>contaminante | (3)Probabilidad<br>de ocurrencia | (4)P | (5)Severidad<br>nivel de<br>gravedad al<br>acontecer<br>una<br>consecuencia<br>de exposición<br>al peligro | (6)S | (7)P*S<br>Evaluar en árbol<br>de decisión | >=6 |
|---|---------------------------|----------------------------------|------|--|------|---|-----|
| Agua filtrada                                       |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Ácido cítrico                                       |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Azúcar  |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Cacao en polvo                                      |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Color Amarillo<br>No. 5                             |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Color Rojo No.<br>40                                |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Color Caramelo                                      |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Fresa natural                                       |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Glucosa   |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Grasa vegetal                                       |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Grasa<br>parcialmente<br>hidrogenada                |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Carragenina   |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Leche entera  |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Leche<br>descremada                                 |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Sabor vainilla                                      |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Sal yodada  |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Suero de leche                                      |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Lecitina de soya                                    |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Goma Guar   |                           |                                  |      |  |      |   |     |
| Empaque<br>(envase 1 L<br>blanco) Tapa<br>hermética |                           |                                  |      |  |      |   |     |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla VII. se describen las respuestas a interrogantes que facilitan la identificación de un PCC. En ella solamente se evalúan los peligros que según el criterio de probabilidad y severidad sean mayor a 6.

Tabla VII. **Secuencia de decisiones para identificar los PCC**

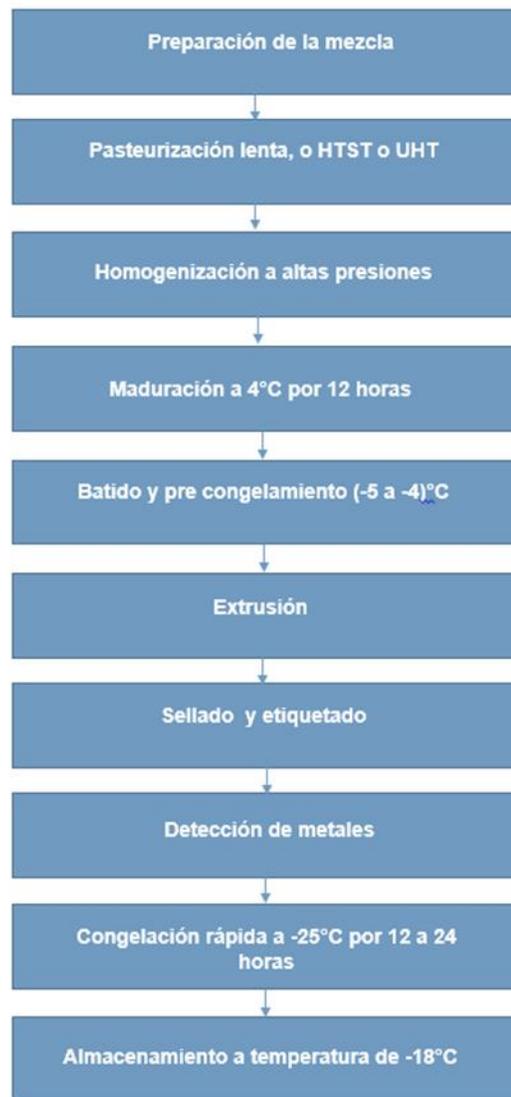
| (1)<br>Ingrediente/etapa del proceso | (2)<br>Identificación de peligros potenciales | P1: ¿Existen medidas preventivas de control? | P2: ¿Ha sido la fase específicamente concebida para eliminar o reducir a un nivel aceptable la presencia de un peligro? | P3: ¿Podría producirse una contaminación con peligros identificados superior a los niveles aceptables, o podrían estos aumentar a niveles inaceptables? | P4: ¿Se eliminarán los peligros identificados a o se reducirá su presencia a un nivel aceptable en una fase posterior? | P5: ¿Es esta etapa un PCC? |
|--------------------------------------|---|--|---|---|--|----------------------------|
|                                      |   |  |   |   |  |                            |
|                                      |   |  |   |   |  |                            |
|                                      |   |  |   |   |  |                            |
|                                      |   |  |   |   |  |                            |
|                                      |   |  |   |   |  |                            |

Fuente: elaboración propia.

### 9.4.3. Fase 3: etapas críticas en el proceso de producción

En la figura 6 se muestra el flujo de las operaciones del proceso de producción de helados con sus parámetros correspondientes de operación.

Figura 6. **Flujo de operaciones del proceso de producción de helados**



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

En la tabla VIII. Se describen las etapas para el procesamiento de helados envasados que se llevan a cabo para la elaboración de helados cremosos en la planta de producción.

Tabla VIII. **Descripción de las etapas del proceso**

| Etapa del proceso        | Descripción |
|--------------------------|-------------|
| Preparación de la mezcla |             |
| Pasteurización HTST      |             |
| Homogenización           |             |
| Maduración de la mezcla  |             |
| Batido                   |             |
| Pre congelamiento        |             |
| Extrusión y envasado     |             |
| Sellado y etiquetado     |             |
| Detección de metales     |             |
| Congelación rápida       |             |
| Almacenamiento           |             |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IX. Se realiza un análisis de los tipos de peligros que cada paso del procesamiento puede introducir al alimento.

Tabla IX. **Identificación de peligros potenciales de inocuidad en los pasos del procesamiento**

| (1)<br>Ingrediente/paso<br>del procesamiento | (2) Peligros<br>potenciales de<br>inocuidad<br>alimentaria | (3) Es significativo<br>algún<br>peligro<br>(SI/NO) | (4) Justifique<br>su decisión de<br>la columna 3 | (5) ¿Qué<br>medidas se<br>pueden aplicar<br>como control<br>preventivo para<br>disminuir<br>significativamente<br>estos peligros? |
|--|--|---|--|---|
| Preparación de la<br>mezcla                  | F  |   |  |   |
|  | Q  |   |  |   |
|  | B  |   |  |   |
| Pasteurización<br>HTST                       | F  |   |  |   |
|  | Q  |   |  |   |
|  | B  |   |  |   |
| Homogenización                               | F  |   |  |   |
|  | Q  |   |  |   |
|  | B  |   |  |   |

Continuación de la tabla IX.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Maduración de la mezcla | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Batido                  | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Pre congelamiento       | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Extrusión y envasado    | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Sellado y etiquetado    | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Detección de metales    | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Congelación rápida      | F |
|                         | Q |
|                         | B |
| Almacenamiento          | F |
|                         | Q |
|                         | B |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla X se realiza la evaluación de peligros significativos y el análisis de probabilidad y severidad para cada paso del procesamiento.

Tabla X. Evaluación de peligros por análisis de probabilidad y severidad

| (1)<br>Ingrediente/paso<br>del<br>procesamiento | (2) Agente<br>contaminan<br>te | (3) Probabilidad<br>de ocurrencia | (4)P | (5) Severidad nivel<br>de gravedad al<br>acontecer una<br>consecuencia de<br>exposición al<br>peligro | (6)S | (7)P*S<br>Evaluar<br>árbol<br>de<br>decisión | >=6<br>en<br>de |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|------|---|------|--|-----------------|
| Preparación<br>de la mezcla                     |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Pasteurización<br>HTST                          |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Homogenizaci<br>ón                              |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Maduración de<br>la mezcla                      |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Batido  |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Pre<br>congelamiento                            |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Extrusión y<br>envasado                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Sellado y<br>etiquetado                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Detección de<br>metales                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Congelación<br>rápida                           |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Almacenamien<br>to                              |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Preparación<br>de la mezcla                     |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Pasteurización<br>HTST                          |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Homogenizaci<br>ón                              |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Maduración de<br>la mezcla                      |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Batido  |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Pre-<br>congelamiento                           |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Extrusión y<br>envasado                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Sellado y<br>etiquetado                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |
| Detección de<br>metales                         |                                |                                   |      |   |      |  |                 |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI se describen las respuestas a interrogantes que facilitan la identificación de un PCC. En ella solamente se evalúan los peligros que según el criterio de probabilidad y severidad sean mayor a 6.

Tabla XI. **Secuencia de decisiones para identificar los PCC**

| (1) Ingrediente/etapa del proceso | (2) Identificación de peligros potenciales identificados | P1: ¿Existen medidas preventivas de control? | P2: ¿Ha sido la fase específicamente concebida para eliminar o reducir a un nivel aceptable la posible presencia de un peligro? | P3: ¿Podría producirse una contaminación con peligros identificados superior a los niveles aceptables, o podrían estos aumentar a niveles inaceptables? | P4: ¿Se eliminarán los peligros identificados a o se reducirá su posible presencia a un nivel aceptable en una fase posterior? | P5: ¿Es esta etapa un PCC? |
|-----------------------------------|--|--|---|---|--|----------------------------|
|                                   |  |  |   |   |  |                            |
|                                   |  |  |   |   |  |                            |
|                                   |  |  |   |   |  |                            |
|                                   |  |  |   |   |  |                            |
|                                   |  |  |   |   |  |                            |

Fuente: elaboración propia.

#### 9.4.4. Fase 4: Medidas de mitigación de los efectos posibles

En la tabla XII se detallarán los ingredientes y etapas del proceso que son PCC así como el riesgo que representan, límites críticos y se determina detalladamente la vigilancia que se tendrá para cada PCC.

Tabla XII. **Determinación de controles preventivos y acciones correctivas del proceso**

| Ingrediente/paso del procedimiento | Riesgo | PCC | Límites críticos | ¿Cómo? | Frecuencia | ¿Quién? | Acción correctiva | Responsables |
|------------------------------------|--------|-----|------------------|--------|------------|---------|-------------------|--------------|
|                                    |        |     |                  |        |            |         |                   |              |
|                                    |        |     |                  |        |            |         |                   |              |
|                                    |        |     |                  |        |            |         |                   |              |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se muestra un ejemplo de formato para la vigilancia de los puntos críticos de control.

Figura 7. **Formato de desviaciones y acciones correctivas**

|  |  |                                |
|--|--|--------------------------------|
|  | REGISTRO:<br>CONTROL DE DESVIACIONES Y<br>ACCIONES CORRECTIVAS | CÓDIGO:<br>PRO-PL001           |
|  | Versión: 18 de septiembre de 2021                              | PAGINA: 1/1                    |
| <b>Objetivo el registro:</b> Demostrar el control de los productos afectados por diferentes desviaciones y las medidas efectivas correctoras adoptadas en cada caso. |  |                                |
| Nombre del producto<br>afectado: _____ Fecha: _____  |  |                                |
| Código del producto<br>afectado: _____ Turno: _____  |  |                                |
| Cantidad: ____ No. Lote: ____  |  |                                |
| DESCRIPCIÓN DE LA DESVIACIÓN:  |  |                                |
| CORRECCION INMEDIATA A TOMAR POR EL RESPONSABLE DE<br>PRODUCCIÓN:  |  |                                |
| ACCION CORRECTIVA A LARGO PLAZO (Incluir fechas<br>de terminación)   |  |                                |
|  |  |                                |
|  |  |                                |
| Nombre y firma<br>operador   | Nombre y firma Sup. De<br>Producción                           | Nombre y firma<br>Sup. De C.C. |

Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

#### 9.4.5. Fase 5: Presentación y definición de resultados

Se presentará el sistema de inocuidad con los peligros significativos detectados tanto en las materias primas como en el proceso y sus medidas de mitigación correspondientes y puntos críticos de control que permitirán satisfacer las necesidades de inocuidad de la planta de procesamiento de helados cremosos envasados.

## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Se utilizarán estas herramientas para la recopilación de información acerca de los peligros más comunes y potenciales de inocuidad de alimentos en helados cremosos envasados que posteriormente se analizarán con herramientas de estadística descriptiva.

### **10.1. Herramientas de recolección**

- Observación del proceso de producción
- Consolidado de reclamos de consumidores de los últimos tres años
- Consolidado de retiros de mercado de industrias de helados en todo el mundo.
- Resultados de análisis microbiológicos de los productos de los últimos tres años.
- Tablas de datos de temperaturas de pasteurización
- Tablas de datos de temperaturas de maduración

### **10.2. Herramientas estadísticas**

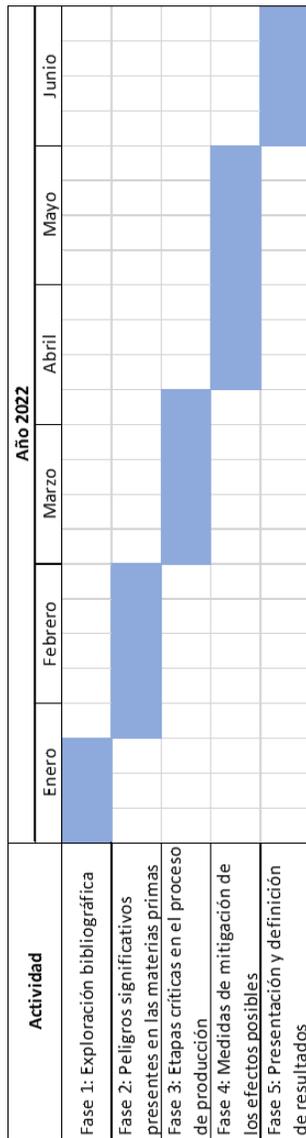
Los helados se caracterizan por la diversidad que pueden tener en sus formas, sabores y colores. Esto es posible debido a distintas variables durante el proceso de fabricación o en la formulación y en el empleo de materias primas y materiales de empaque.

- Histograma de reclamos de consumidores de los últimos tres años

- Gráficos de barras de reclamos clasificados por tipo de los últimos tres años.
- Medidas de tendencia central: Moda. Causas de contaminación.

# 11. CRONOGRAMA

Figura 8. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia, realizado en Excel.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El estudio se realizará en las instalaciones de una planta de producción de helados cremosos envasados. Se cuenta con la autorización de realizar la evaluación.

A continuación, en la tabla II. Se presenta un detalle de los gastos que se proyectan para la realización del estudio.

Tabla XIII. **Gastos del estudio por el estudiante.**

| <b>Descripción</b> | <b>Costo</b>      |
|--------------------|-------------------|
| Asesoría           | Q 2,500.00        |
| Papelería          | Q 350.00          |
| Transporte         | Q 300.00          |
| <b>TOTAL</b>       | <b>Q 3,150.00</b> |

Fuente: elaboración propia.

Los gastos serán sufragados en su totalidad por el estudiante dado que es asequible, el estudio es posible desarrollarse.

Se presenta en la tabla I. Un cronograma de ejecución de la investigación a desarrollar. Se presenta de acuerdo a las fases definidas en la metodología.



### 13. REFERENCIAS

1. Caicedo, J., Díaz, F. y Mejía-Gutiérrez, L. (diciembre, 2015). Diseño de un sistema de aseguramiento de la inocuidad en una empresa procesadora de leches en el departamento de Caldas. *Revista Vector*, 10(1), 38-45.
2. Cedeño, M. y Vera, M. (2012). *Factibilidad para el uso de las normas HACCP en la elaboración de yogurt en el taller de procesos lácteos ESPAM MFL* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Ecuador.
3. FDA. (2012). *Codex Alimentarius Recomendaciones de la Administración de Medicamentos y Alimentos del Servicio de Salud Política de los Estados Unidos*. Estados Unidos: Autor.
4. Cordero, K. (2012). *Elaboración de un plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP) en la elaboración de chocolate líquido en una fábrica de alimentos de Guatemala* (tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala
5. Food and Drug Administration. (2012). *Bad Bug Book, Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins*. Estados Unidos: Autor.
6. Food and Drug Administration. (1997). *El Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)*. Estados Unidos: Autor.

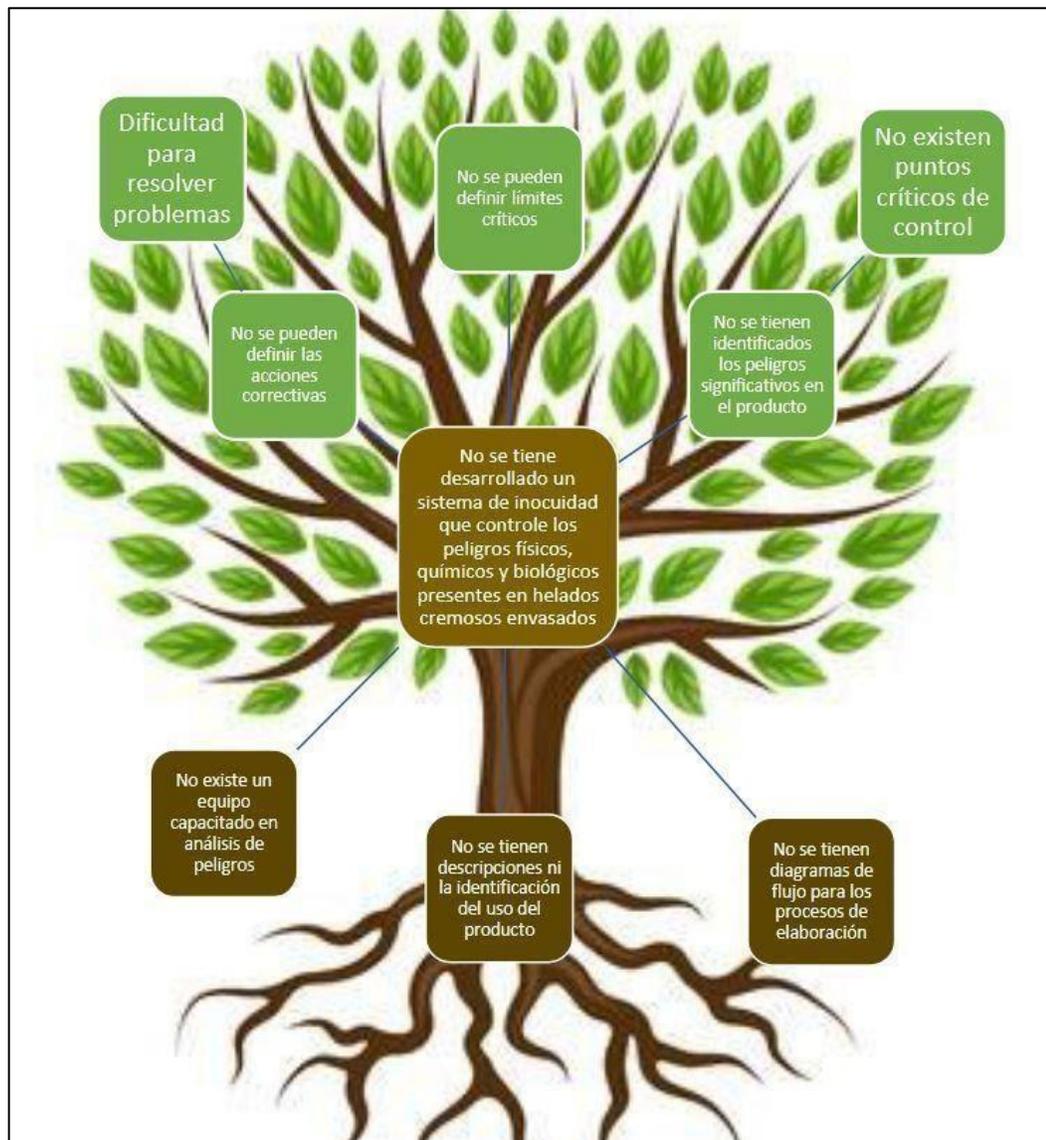
7. González, A., Iribe, C. y Martell-González, I. (noviembre, 2012). Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control en una planta de helados. *Revista Ingeniería Industrial*, 34(1), 39-47.
8. Mora, J. y Maestre, S. (2017). *Fundamentos Científicos de la Heladería*. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
9. Mora, J. y Maestre, S. (2019). *Fundamentos Científicos de la Heladería Artesanal*. España: Publicaciones de la Universidad de Alicante.
10. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2016). *Manual de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control-HACCP*. El Salvador: Autor
11. Paz, P. (2012). *Plan HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) para una planta productora de helados en Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
12. Ramírez, J., Rengifo, C. y Rubiano, A. (septiembre, 2015). Parámetros de Calidad en Helados. *Revista ReCiTela*, 15(1), 80-94.
13. Ruesta, H. y Vergara, J. (2021). *Implementación de un sistema HACCP para el aseguramiento de la Inocuidad de los alimentos en la producción de helados en la empresa El Chalán S.A. –PIURA* (Tesis de licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Perú.

14. Reglamento Técnico Centroamericano. (2012) *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios, RTCA 67.04.54:10*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
15. Reglamento Técnico Centroamericano. (2012). *Etiquetado General de Los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados), RTCA 67.01.07:10*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
16. Reglamento Técnico Centroamericano. (2017). *Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos, RTCA 67.04.50:17*. Guatemala: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
17. Valente, A. (2016). *Operaciones Unitarias para la Industria Alimentaria (Un Enfoque Basado en Competencias)*. México: Universidad Autónoma de México.



## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Árbol del problema



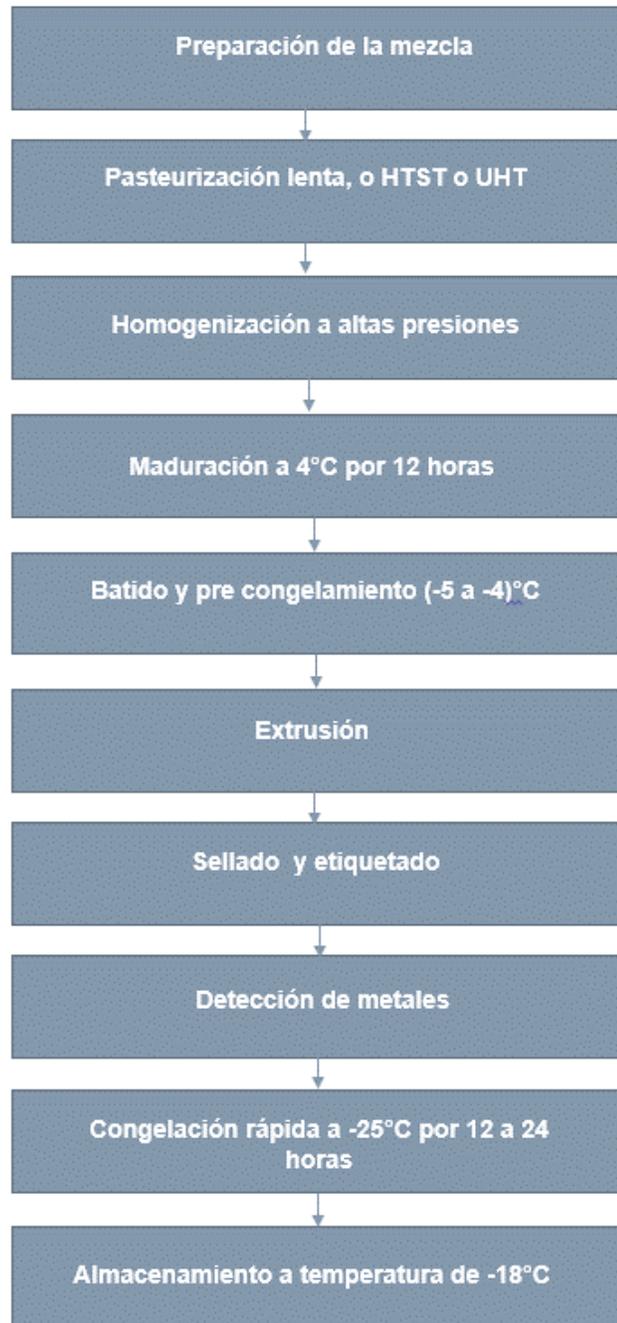
Fuente: elaboración propia, realizado con Lucidchart.

## Apéndice 2. Matriz de coherencia

| Problema  | Objetivos  | Variables   | Metodología  | Plan de acción   |
|---|--|---|--|--|
| Pregunta principal<br>¿Cómo se llevará a cabo el desarrollo del sistema de inocuidad basado en análisis de peligros y puntos críticos de control aplicado a helados cremosos envasados? | Objetivo general<br><br>Desarrollar un sistema de inocuidad que controle y mitigue todos los riesgos de inocuidad inherentes a los helados cremosos envasados. | - Desarrollo eficiente.   |  |  |
| Preguntas auxiliares<br>1. ¿Cuáles serán los peligros significativos en las materias primas para la elaboración de helados cremosos envasados?  | Objetivos específicos<br>1. Evaluar todos los peligros significativos presentes en las materias primas por medio de un porcentaje de severidad y probabilidad. | - Nivel de severidad<br>- Porcentaje de probabilidad<br>-Árbol de decisión  | Investigaciones, noticias y artículos científicos que muestren los precedentes de cada uno de los peligros.<br>Certificados de calidad | 1. Reunir noticias, libros y artículos científicos (1 día)<br><br>2. Enlistar materias primas utilizadas y cantidades (1 día)<br><br>3. Determinar posibles peligros en materias primas (1 día)<br><br>4. Evaluación por porcentaje de probabilidad y severidad (1 día)<br><br>5. Definición de peligros significativos (2 días) |
| 2. ¿Cuáles serán las etapas críticas en el proceso de elaboración de helados que se conviertan en puntos de control y cuáles serán sus límites?   | 2. Determinar las etapas críticas en el proceso de producción con sus límites eficientes y eficaces.   | -Árbol de decisión<br>-% de eficiencia de reducción de riesgo en cada etapa | Recopilación de documentación histórica y científica.<br>Manuales técnicos   | 1. Realizar diagramas de flujo del proceso y subproceso.<br><br>2. Reunir noticias, libros y artículos científicos (1 día)<br><br>3. Determinar los posibles peligros en el proceso (1 día)<br><br>4. Evaluación por porcentaje de probabilidad y severidad (1 día)<br><br>5. Definición de peligros significativos (2 días)     |
| 3. ¿Qué medidas se pueden implementar para mitigar los efectos posibles de los riesgos en materias primas y puntos críticos de control en el proceso?                                   | 3. Establecer medidas que permitan mitigar los efectos posibles de los riesgos en materias primas y puntos críticos de control en el proceso                   | - Porcentajes de eficacia en el tratamiento o medida a implementar          | Recopilación de documentación histórica y científica<br>Manuales técnicos  | 1. Reunir documentación técnica sobre equipos y eficiencias (1 día)<br><br>2. Analizar los peligros críticos definidos anteriormente y proponer medidas eficaces y eficientes para mitigar efectos posibles (2 días)<br><br>3. Definir etapas críticas (1 día)   |

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Flujo del proceso de producción de helados**



Fuente: elaboración propia, realizado con Word.

